ЗАПИСКИ
ВОЕННО-ТОПОГРАФИЧЕСКАГО ОТДѢЛА
ГЛАВНАГО ШТАБА.

ПО

ВЫСОЧАЙШЕМУ

ЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА

ПОВЕЛѢНІЮ

ИЗДАННЫЯ

НАЧАЛЬНИКОМЪ ЭТОГО ОТДѢЛА

Генералъ-Лейтенантомъ ФОРШЪ.

Часть XL.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

(Вас. Остр., 9 л., № 12.)

1885.

Напечатано по распоряженію Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

ОТДѢЛЕНІЕ ПЕРВОЕ.

Отчетъ о геодезическихъ, астрономическихъ, топографическихъ и картографическихъ работахъ чиновъ корпуса военныхъ топографовъ въ 1882 году.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

ГЛАВА I.

Работы, произведенныя подъ непосредственнымъ вѣдѣніемъ Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба.

СТРАН.

Тріангуляція въ Бессарабской губерніи и обработка астрономическихъ и геодезическихъ работъ, произведенныхъ въ Болгаріи 1
Тріангуляція западнаго пограничнаго пространства 2
Геометрическія нивеллировки по желѣзнымъ дорогамъ 2
Съемка и геодезическія работы въ Финляндіи 3
» Курляндской губерніи 5
» западнаго пограничнаго пространства 5
» части Бессарабіи, возвращенной Россіи по Берлинскому договору 6
Полуинструментальная съемка по западному склону Уральскаго хребта 7

ГЛАВА II.

Астрономическія, геодезическія и топографическія работы, произведенныя окружными военно-топографическими отдѣлами.

На Кавказѣ 7
Въ Омскомъ военномъ округѣ 10
Въ Туркестанскомъ военномъ округѣ 11
Въ Восточно-Сибирскомъ военномъ округѣ 17

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

Работы по составленію, гравированію и изданію картъ, исполненныя въ картографическомъ заведеніи Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба.

По чертежной 19
По наклейной и переплетной 26

*

СТРАН.

По гравировальной 27
По печатной 31
По фотографіи 33
По галванопластикѣ 35
Дѣлопроизводство и отчетность 36

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.

ГЛАВА I.

Отчетъ по канцеляріи Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба 38

ГЛАВА II.

Отчетъ по геодезическому отдѣленію 42

ГЛАВА III.

Отчетъ по военно-топографическому училищу и учебной командѣ топографовъ 43

ГЛАВА IV.

Географическій магазинъ Главнаго Штаба 47

ОТДѢЛЕНІЕ ВТОРОЕ.

I.

Хронометрическія экспедиціи, произведенныя въ 1875, 1876, 1877, 1878 и 1881 годахъ полковниками Лебедевымъ и Бонсдорфомъ и подполковникомъ Солимани, въ Тургайской и Уральской областяхъ. (Съ картою). Составили М. Н. Лебедевъ и А. Р. Бонсдорфъ.

II.

Отчетъ объ астрономическихъ работахъ Памирской экспедиціи 1883 г. (съ картою). Составилъ геодезистъ подполковникъ Н. Н. Померанцевъ.

III.

Астрономическія работы, произведенныя въ Омскомъ военномъ округѣ полковникомъ Мирошниченко въ 1881 и 1883 годахъ.

IV.

Пулковскій горизонтальный кругъ. (Съ чертежами). Статья Генерал. Штаба штабсъ-капитана Витковскаго.

V.

Астрономическія опредѣленія пунктовъ въ 1884 году въ Закаспійской области, Хивинскихъ и Бухарскихъ владѣніяхъ. Генеральнаго Штаба капитана Гедеонова.

VI.

Хронометрическая экспедиція изъ Иркутска въ городъ Верхоленскъ и въ Нилову Пустынь 1882 года. Капитана Поляновскаго.

VII.

Хронометрическая экспедиція въ Хивинское ханство, произведенная въ 1873 году геодезистомъ капитаномъ Солимани. Генеральнаго Штаба штабсъ-капитана Гедеонова.

ОТЧЕТЪ

О ГЕОДЕЗИЧЕСКИХЪ, АСТРОНОМИЧЕСКИХЪ, ТОПОГРАФИЧЕСКИХЪ И КАРТОГРАФИЧЕСКИХЪ РАБОТАХЪ, ПРОИЗВЕДЕННЫХЪ ЧИНАМИ КОРПУСА ВОЕННЫХЪ ТОПОГРАФОВЪ

въ 1882 году.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

ГЛАВА I.

РАБОТЫ, ПРОИЗВЕДЕННЫЯ ПОДЪ НЕПОСРЕДСТВЕННЫМЪ ВѢДѢНІЕМЪ ВОЕННО-ТОПОГРАФИЧЕСКАГО ОТДѢЛА ГЛАВНАГО ШТАБА.

Тріангуляція въ Бессарабской губерніи и обработка астрономическихъ и геодезическихъ работъ, произведенныхъ въ Болгаріи.

(Начальникъ работъ Генеральнаго Штаба полковникъ Лебедевъ).

Послѣ окончанія въ 1881 году полевыхъ работъ по тріангуляціи части Бессарабіи, возвращенной Россіи по Берлинскому договору, къ полковнику Лебедеву были назначены два офицера для вычисленія наблюденій, произведенныхъ въ Бессарабіи, и обработки тригонометрическаго измѣренія, исполненнаго на Балканскомъ полуостровѣ въ минувшую войну. Въ отчетномъ году вычислительныя работы по названнымъ тріангуляціямъ значительно подвинуты впередъ, а именно:

а) Окончено подробное описаніе Бессарабской тріангуляціи 1881 года и составленъ каталогъ опредѣленныхъ точекъ съ указаніемъ ихъ географическихъ координатъ. Этотъ трудъ будетъ напечатанъ въ «Запискахъ В. Т. Отдѣла».

и б) Произведена большая часть уравнительныхъ вычисленій для Болгарской тріангуляціи, представляющей въ общей сложности около 3000 тріугольниковъ.

Кромѣ этихъ работъ, подъ руководствомъ полк. Лебедева, двумя геодезистами, шт.-кап. Міопчинскимъ и шт.-кап. Антоновымъ, окончены вычисленія астрономическихъ опредѣленій, произведенныхъ въ Болгаріи. Этими офицерами вычислены: пять хронометрическихъ экспедицій, широты для 22-хъ пунктовъ и телеграфныя опредѣленія долготъ для 19 пунктовъ.

Полное описаніе этихъ работъ будетъ составлено въ будущемъ 1883 году.

На вычислительныя работы израсходовано:

по § 8-му смѣты Главнаго Штаба .... 2940 р.

Тріангуляція западнаго пограничнаго пространства.

(Начальникъ тріангуляціи Генеральнаго Штаба генералъ-маіоръ Жилинскій).

Пятнадцатью офицерами корп. воен. топогр. произведены слѣдующія работы:

а) Проложена тріангуляція и исполнены нивеллиръ-теодолитныя работы на прострмнствѣ, предназначаемомъ для съёмки въ 1883 году, между гор. Варшавою, Малкинскою переправой, м. Коцкомъ и г. Бѣлою. Всего опредѣлено 665 точекъ, въ томъ числѣ 331 тригонометрическій пунктъ втораго и третьяго классовъ, 67 мѣстныхъ предметовъ и 267 нивеллирныхъ закладныхъ точекъ. Точки распредѣлены на участкѣ равномѣрно съ такимъ расчетомъ чтобы на каждомъ съемочномъ планшетѣ ихъ было отъ 3-хъ до 4-хъ.

и б) Проведенъ первоклассный рядъ тріугольниковъ между Ивангородомъ на р. Вислѣ и м. Семятичи на р. Бугѣ. Этотъ рядъ предназначается для дальнѣйшаго распространенія тріангуляціи въ раіонѣ, ограниченномъ долинами рѣкъ Буга и Вислы.

На производство работъ израсходовано:

по § 8-му смѣты Главнаго Штаба	20755 р. — к.
изъ суммъ Интендантства	15111 » 35 »
Всего ...	35866 р. 35 к.

Геометрическія нивеллировки по желѣзнымъ дорогамъ.

Четырьмя производителями работъ (геодезисты: капитанъ Шмитъ и шт.-кап. Гедеоновъ и корпуса военныхъ топографовъ штабсъ-капитаны Котовскій и Барановъ) продолжались нивеллировки по желѣзнымъ дорогамъ для опредѣленія разности уровней Балтійскаго и Чернаго морей. Этими офицерами пронивеллированы слѣдующія линіи:

	Число верстъ.	Число штативовъ.	Число вновь заложен. марокъ.	Фамилія наблюдателя.
1) отъ г. Туккума до г. Гольдингена	77	583	—	Гедеоновъ
2) » ст. Малорыто до полуст. Переспа (по юго-зап. жел. дор.)	112	702	7	
3) отъ г. Дерпта до ст. Тапсъ (Балт. жел. дор.)	106	2888	15	Котовскій
4) » ст. Печановки до г. Ковеля (юго-зап. жел. дор.)	258			
5) » ст. Здолбуново до м. Радзивилово (на австрійской границѣ)	89			
6) отъ ст. Печановки до ст. Затишье (юго-западн. жел. дор.)	428	2662	25	Барановъ
7) отъ г. Одессы до г. Винницы (юго-зап. жел. дор.)	412	2460	21	Шмитъ
Всего	1482	9295	68	

Сравнительно малый успѣхъ работъ шт.-кап. Гедеонова произошелъ вслѣдствіе его болѣзни. Средній же годовой успѣхъ работъ остальныхъ наблюдателей выражается протяженіемъ въ 431 версту.

Въ гор. Одессѣ нивеллировка связана съ футштокомъ, установленнымъ въ Практической гавани.

На производство нивеллировокъ израсходовано:

по § 8-му смѣты Главнаго Штаба	5600 р.
изъ суммъ Интендантства	2500 »
Итого	8100 р.

Съёмка и геодезическія работы въ Финляндіи.

(Начальникъ съёмки Генеральнаго Штаба генералъ-маіоръ Ернефельтъ).

Съёмочныя работы, въ полуверстовомъ масштабѣ, производились въ Або-Бьёрнеборгской губерніи на двухъ отдѣльныхъ участкахъ, раздѣленныхъ съёмкою предшествующихъ лѣтъ. Въ общей сложности 13-ью съёмщиками, подъ наблюденіемъ 3-хъ начальниковъ отдѣленій, снято 1502 квад. версты и опредѣлено кипрегелемъ 8372 точки по высотѣ. Такимъ образомъ каждымъ съёмщикомъ снято 115 кв. верстъ съ опредѣленіемъ 5,4 точекъ по высотѣ на каждую кв. версту. Такой успѣхъ работъ, значительно превзошедшій успѣхи, достигнутые на Финляндской съёмкѣ въ предшествовавшіе годы, объясняется необыкновенно благопріятной для работъ погодой, въ теченіи всего лѣта, и очень хорошимъ личнымъ составомъ съёмщиковъ.

Въ свободное отъ полевыхъ работъ время, съёмщики были заняты отдѣлкою брульоновъ, вычерчиваніемъ оригиналовъ для геліогравюрнаго изданія съёмки и планиметрическимъ измѣреніемъ по планамъ площадей угодій.

Двумя наблюдателями, производившими геодезическія работы, проложена тріангуляція на пространствѣ 600 кв. верстъ и пройдено съ нивеллиръ-теодолитомъ около 400 верстъ. Этими рабо-

тами опредѣлено положеніе 87-ми закладныхъ точекъ, 49-ти пирамидъ и 20-ти различныхъ мѣстныхъ предметовъ, долженствующихъ служить основными точками для съёмки мѣстности въ 3500 кв. верстъ, лежащей въ углу между Ботническимъ заливомъ и нижнимъ теченіемъ рѣкъ Лойміока и Кумо.

Прикомандированнымъ къ управленію съёмки, шт. кап. Борщанскимъ вычислены наблюденія, произведенныя въ 1869 году по телеграфному опредѣленію долготъ Выборга, Іоэнсуу и Куопіо отъ Пулково.

На производство работъ израсходовано:

по § 8 смѣты Главнаго штаба	17024 р. 23 к.
по смѣтѣ Интендантства.................	17543 » 8 »
Всего....	34567 р. 31 к.

Независимо отъ работъ по съёмкѣ Финляндіи, подъ руководствомъ генералъ-маіора Ернефельта составлялась и въ отчетномъ году окончена карта той части Балканскаго полуострова, для которой имѣлись съёмки верстоваго масштаба, снятыя въ минувшую турецкую войну.

Составленіе этой части карты было начато въ 1881 году, для чего, по постановленію Военно-Ученаго Комитета, къ управленію Финляндской съёмки было прикомандировано 20 чертежниковъ.

Матеріаломъ для карты служили: 12 листовъ одноверстной карты Дуная между рѣками Тимокомъ и Янтрою, 117 брульоновъ Восточно-болгарской и 206 брульоновъ Западно-болгарской съёмокъ. — Эти брульоны не обладали одиниковою точностью, что происходило отъ различныхъ условій, при которыхъ съёмки производились. Такъ какъ для Восточно-болгарской съёмки основныя тригонометрическія точки были предварительно опредѣлены посредствомъ тріангуляціи, то и брульоны этой съёмки были при самомъ производствѣ работъ поставлены по трапеціямъ проэкціи Мюфлинга, имѣвшимъ 10′ по широтѣ и 15′ по долготѣ; на Западно-болгарской съёмкѣ тріангуляція производилась одновременно со съёмкой, и съёмочныя работы возможно было вести только по урочищамъ, т. е. безъ основныхъ тригонометрическихъ пунктовъ.

Вслѣдствіе такого характера картографическаго матеріала, при составленіи карты Балканскаго полуострова можно было для Восточно-болгарскихъ брульоновъ ограничиться только тѣми измѣненіями, которыя обусловливались незначительными исправленіями въ положеніи основныхъ точекъ; что же касается до Западно-болгарскихъ брульоновъ, то ихъ нужно было предварительно оріентировать по тригонометрическимъ точкамъ и сдѣлать на нихъ сводку листовъ.

Оконченная въ отчетномъ году карта Балканскаго полуострова составлена въ 3-хъ верстномъ масштабѣ, съ выраженіемъ неровностей посредствомъ горизонталей. — Она представляетъ 44 полныхъ и неполныхъ листа, заключенныхъ въ рамки трапецій, которыя исчислены по проэкціи Мюфлинга и имѣютъ 30′ по широтѣ и 45′ по долготѣ. Общая сложность вычерченнаго пространства составляетъ 28296 кв. дюймовъ.

Для населенныхъ пунктовъ на картѣ приняты преимущественно названія и число дворовъ, показанныя въ брошюрахъ «Статистика на Княжеството България. Софиа, 1881 г.», издание

Болгарскаго Статистическаго бюро, и «Официальна статистика на Источно-Румелійского население. Пловдивъ. 1880». — Карту предполагается издать геліогравюрнымъ способомъ, въ два цвѣта.

На ея составленіе израсходовано:

	По смѣтѣ Главнаго Штаба.	Отъ Интендантства.	Всего.
въ 1881 году..........	6258 р. 96 к.	10925 р. 4 к.	17184 р. — к.
въ 1882 году..........	7688 » — »	14350 » 92 »	22038 » 92 »
Итого.....	13946 р. 96 к.	25275 р. 96 к.	39222 р. 92 к.

Такимъ образомъ, составленіе и вычерчиваніе 1-го квадратнаго дюйма карты обошлось въ 1 р. 38 к.

Съёмка Курляндской губерніи.

(Начальникъ съёмки корпуса военныхъ топографовъ полковникъ Штраусъ).

Съёмка, въ 250-ти саженномъ масштабѣ, производилась въ Иллукстскомъ и Фридрихштатскомъ уѣздахъ Курляндской и въ прилегающихъ частяхъ Лифляндской, Витебской и Ковенской губерній, у городовъ Риги и Динабурга. — Основными пунктами служили тригонометрическія точки тріангуляцій генер.-лейт. Теннера, полковника Шульгина и генер.-маіора Жилинскаго.

Въ общей сложности, тридцатью двумя съёмщиками, подъ наблюденіемъ восьми начальниковъ отдѣленій, снято 4145 кв. верстъ, при чемъ опредѣлены кипрегелемъ высоты 27061 точки, что составляетъ слишкомъ 6 точекъ на одну кв. версту.

Мѣстность Рижскаго участка отличается равниннымъ характеромъ: небольшие песчаные холмы проходятъ здѣсь только вдоль побережья Рижскаго залива. Мѣстность Иллукстскаго уѣзда возвышена и перерѣзана крутыми горами, покрытыми въ нѣкоторыхъ только мѣстахъ лѣсомъ и кустарникомъ.

На производство работъ израсходовано:

по § 8-му смѣты Главнаго Штаба........................	23254 р. 22 к.
изъ суммъ Интендантства (жалованье, квартирн. и прогон. деньги)	24294 » 3 »
Всего....	47548 р. 25 к.

Съёмка Западнаго пограничнаго пространства.

(Начальникъ съёмки Генеральнаго Штаба генералъ-маіоръ Ждановъ).

Съёмочныя работы отчетнаго года производились въ Брестъ-Литовскомъ и Варшавскомъ раіонахъ, въ двухъ различныхъ масштабахъ.

Полуверстная съёмка Брестъ-Литовскаго района продолжалась въ уѣздахъ Бѣльскомъ и Бѣлостокскомъ Гродненской, Константиновскомъ и Соколовскомъ—Сѣдлецкой и Мазовецкомъ—Ломжинской губерній. Всего снято въ этомъ участкѣ 3264 кв. версты.

Съёмка въ двухъ-сотенномъ масштабѣ въ районѣ Варшавскомъ, начатая въ 1880 году и къ началу отчетнаго года оконченная на 24-хъ планшетахъ, продолжена въ 1882 году на востокъ (до меридіана 9° запад. долг. отъ Пулкова), на пространствѣ 429 кв. верстъ, представляющемъ 6 планшетовъ.

Въ общей сложности, въ отчетномъ году 48 съёмщиками снято 3693 кв. версты, причемъ на каждую версту съёмки въ двухъ-сотенномъ масштабѣ опредѣлены кипрегелемъ по высотѣ 21 точка, а въ полуверстовомъ масштабѣ — 14½ точекъ.

Чертежныя работы состояли въ отдѣлкѣ брульоновъ 1881 года и изготовленіи прорисовокъ съ брульоновъ на восковую бумагу въ двухъ экземплярахъ, изъ коихъ на одномъ прорисовывались горизонтали, а на другомъ — контуры. Эти прорисовки были впослѣдствіи отправлены въ Военно-Топографическій отдѣлъ для копированія въ полутораверстномъ масштабѣ.

Ранѣе срѣзки брульоновъ съ мензульныхъ досокъ, по брульонамъ было произведено планиметрическое измѣреніе площадей по угодьямъ.

На съёмку Западнаго пограничнаго пространства израсходовано:

по § 8-му смѣты Главнаго Штаба........................	25873 р. 15 к.
изъ суммъ Главнаго Интендантскаго Управленія (жалов., добавоч., порціон., кварт. и прогон. деньги)...................	20929 » 66 »
изъ суммъ Варшавскаго магистрата (кварт. деньги)............	8089 » 2 »
Всего....	54891 р. 83 к.

Съёмка части Бессарабіи, возвращенной Россіи по Берлинскому договору.

(Начальникъ съёмки геодезистъ полковникъ Бонсдорфъ).

Съёмка, въ полуверстовомъ масштабѣ, была начата въ отчетномъ году. — Вслѣдствіе различныхъ затрудненій, неразрывно связанныхъ съ первоначальною организаціей, къ работамъ было приступлено едва въ іюнѣ мѣсяцѣ. Съёмка производилась въ сѣверной части Бессарабіи, по теченію р. Прута, и доведена до параллели гор. Кагула. — Всего 18-ю съёмщиками снято 1742 кв. версты.

На производство работъ израсходовано:

по § 8-му смѣты Главнаго Штаба.......... 12250 руб.

Полуинструментальная съёмка по западному склону Уральскаго хребта.

Эти работы, начатыя въ 1881 году по предложенію Министерства Государственныхъ Имуществъ съ цѣлью исправленія 10-ти верстной карты Пермской губерніи, продолжались тремя классными топографами подъ начальствомъ геодезиста шт.-кап. Міончинскаго.

Въ общей сложности въ отчетномъ году обрекогносцировано около 7000 квадр. верстъ въ 3-хъ верстномъ масштабѣ, при чемъ снято инструментально 144 версты горнозаводскихъ желѣзныхъ дорогъ. — Основными пунктами для съёмокъ и рекогносцировокъ служили частью тригонометрическія точки горнозаводской тріангуляціи полковника Маслова, частью астрономическія точки штабсъ-капитана Міончинскаго 1881 года и наконецъ 14 точекъ, опредѣленныхъ тѣмъ же офицеромъ изъ астрономическихъ наблюденій отчетнаго года.

Полуинструментальная съёмка Пермской губерніи 1882 года во многихъ отношеніяхъ способствовала исправленію нашей 10-ти верстной карты. Независимо отъ очень многихъ исправленій орографіи и контуровъ, эта съёмка обнаружила существованіе 22-хъ деревень по р. Сарсъ и ея притокамъ, и многихъ поселеній по р. Чусовой, между которыми особенно выдѣляется Ново-Чусовской заводъ.

На производство работъ израсходовано изъ суммъ, ассигнованныхъ Министерствомъ Государственныхъ Имуществъ, около 7000 руб.

ГЛАВА II.

АСТРОНОМИЧЕСКІЯ, ГЕОДЕЗИЧЕСКІЯ, ТОПОГРАФИЧЕСКІЯ И КАРТОГРАФИЧЕСКІЯ РАБОТЫ, ПРОИЗВЕДЕННЫЯ ОКРУЖНЫМИ ВОЕННО-ТОПОГРАФИЧЕСКИМИ ОТДѢЛАМИ.

На Кавказѣ.

(Начальникъ отдѣла Генеральнаго Штаба генералъ-маіоръ Стебницкій).

Астрономическія и геодезическія работы.

Для связи Кавказской тріангуляціи съ общею сѣтью тріангуляцій Европейской Россіи, въ отчетномъ году было произведено геодезистами полк. Кульбергомъ и капит. Гладышевымъ телеграфное опредѣленіе разности долготъ Тифлиса и Ростова на Дону, при которомъ, независимо опредѣленія личнаго уравненія въ началѣ и концѣ работъ, наблюдатели обмѣнялись одинъ разъ мѣстами наблюденій. Разность долготъ Тифлисъ — Ростовъ получена изъ десяти полныхъ вечеровъ, по пяти до и послѣ обмѣна мѣстъ наблюдателей.

Послѣ окончанія опредѣленія разности долготъ Тифлисъ — Ростовъ, капитанъ Гладышевъ былъ командированъ для астрономическихъ работъ въ Закаспійскую область. Снабженный Кав-

казскимъ отдѣломъ вертикальнымъ кругомъ Репсольда, универсальнымъ инструментомъ Эртеля и 5-тью столовыми хронометрами, кап. Гладышевъ сдѣлалъ, съ 20-го Августа по 1-е Декабря, 4 хронометрическихъ рейса въ мѣстностяхъ сосѣднихъ съ областью, и до сихъ поръ почти совсѣмъ не изслѣдованныхъ въ географическомъ отношеніи.

Первымъ и третьимъ рейсомъ, вслѣдствіе неблагопріятной погоды, опредѣлено вновь только три пункта: *Тезебентъ*, *Каррыбентъ* и *Мервъ*, относительно основныхъ пунктовъ *Каакха* и укр. *Серахсъ*, опредѣленныхъ Гладышевымъ еще въ 1881 году. Продолжительность перваго рейса была 8, а третьяго 12 дней.

Второй рейсъ, продолжавшійся 17 дней, былъ сдѣланъ по р. Гериругу къ Авганской границѣ, при чемъ опредѣлено 6 пунктовъ: *Наурузъ-Абадъ*, *Пулы-хатынъ*, *Зарубадъ*, *Турбетъ-шейхи-джанъ*, *Мусунъ-Абадъ* и *Мелехайронъ-Чешли*. Начальнымъ и оконечнымъ пунктомъ для этого рейса было укр. Серахсъ.

Четвертый рейсъ, продолжавшійся 14 дней, сдѣланъ въ пески *Кара-кумъ*, гдѣ, основываясь на прошлогоднихъ опредѣленіяхъ *Асхабада* и *Бами*, опредѣлены слѣдующіе новые пункты: колод. *Кантаръ*, колод. *Назаръ-кули*, колод. *Кандымли-яныкъ*, колод. *Чалжикъ*, колод. *Коша-какъ* и колод. *Матыръ*.

Во время хронометрическихъ поѣздокъ, хронометры переносились на рукахъ въ легкихъ носилкахъ для раненныхъ.

Кромѣ опредѣленія разности долготъ Тифлисъ — Ростовъ, полк. Кульбергомъ изслѣдованъ походный магнитный теодолитъ Мейерштейна и произведены наблюденія надъ склоненіемъ магнитной стрѣлки въ урочищѣ Манглисъ.

Состоявшимъ при Кавказскомъ военно-топографическомъ отдѣлѣ, геодезистомъ капитаномъ Замочниковымъ сдѣлано изслѣдованіе земной рефракціи и произведены уравнительныя вычисленія тріангуляцій, проложенныхъ въ Закавказскомъ краѣ въ годы 1881 и 1882.

Тригонометрическія работы.

Штабсъ-капитаномъ Чевплянскимъ распространена, отъ первоклассныхъ пунктовъ Кавказской тріангуляціи, тригонометрическая сѣть въ сѣверномъ и среднемъ Дагестанѣ, въ округахъ: Китайго-Табасаранскомъ, Казы-Кумыкскомъ, Даргинскомъ, Гунибскомъ и Темиръ-Ханъ-Шуринскомъ. Всего опредѣлено 72 пункта.

Продолжалась тріангуляція Закаспійской области штабсъ-капитаномъ Первасомъ, которымъ опредѣлено 60 тригонометрическихъ точекъ. Для той же тріангуляціи измѣренъ повѣрительный базисъ, длиною въ 3½ версты, близъ укрѣпл. Бами и опредѣленъ его азимутъ.

Топографическія работы.

Сіи работы состояли въ производствѣ слѣдующихъ инструментальныхъ съёмокъ:

a) по главному Кавказскому хребту, въ уѣздахъ Душетскомъ и Горійскомъ Тифлисской губерніи и во Владикавказскомъ округѣ Терской области;

б) въ округахъ Самурскомъ и Кюринскомъ Дагестанской области;

в) въ Кубинскомъ уѣздѣ Бакинской губерніи;

г) въ Грозненскомъ и Аргунскомъ округахъ Терской области;

д) въ Артвинскомъ округѣ Батумской области;

ж) въ Закаспійской области;

и з) по восточному побережью Чернаго моря, въ Черноморскомъ округѣ.

На съёмкѣ главнаго Кавказскаго хребта состояли 7 съёмщиковъ и 2 начальника отдѣленій. Ими снято, въ верстовомъ масштабѣ, 2080 квадр. верстъ. Снятое пространство представляетъ самую возвышенную часть Кавказскаго хребта, достигающаго здѣсь отъ 11-ти до 15-ти тысячъ футъ надъ уровнемъ моря. За исключеніемъ Военно-грузинской дороги и вьючнаго пути изъ Горійскаго уѣзда, черезъ горную Осетію и перевалъ Роки, на сѣверный склонъ въ долины рѣкъ Ардона и Фіагдона, другихъ, сколько нибудь удобныхъ дорогъ — въ этой мѣстности нѣтъ. Сообщеніе между деревнями, разбросанными въ низовьяхъ долинъ, производится только по пѣшеходнымъ тропамъ.

Съёмка въ Дагестанской области и Бакинской губерніи производилась двумя отдѣленіями (2 начальн. и 9 съемщ.), снявшими въ общей сложности 1506 квадр. верстъ, изъ которыхъ 1149 въ верстовомъ и 357 верстъ въ двухъ-сотенномъ масштабѣ.

Въ Терской области работало одно отдѣленіе (1 нач. и 3 съемщ.), которымъ снято 417 кв. верстъ. Вслѣдствіе обилья лѣсовъ съёмку можно было вести только посредствомъ просѣкъ и маршрутовъ по дорогамъ и тропинкамъ.

Въ Батумской области снята однимъ топографомъ, въ верстовомъ масштабѣ, нижняя часть ущелья Хатыль-су (27 квадр. верстъ).

Съёмка Закаспійской области производилась двумя отдѣленіями, изъ коихъ одно работало главнымъ образомъ къ востоку, а другое къ западу отъ меридіана 75° 19′.

Восточнымъ отдѣленіемъ (1 нач. и 8 съемщ.) продолжалась прошлогодняя съёмка до меридіана Чаача; при чемъ снятъ округъ Атекъ и мѣстность отъ Чаача до Персидскаго укрѣпленія Серахсъ. Основными пунктами служили частью тригонометрическія, частью — астрономическія точки (Лютфабадъ, Каакха, Чаарды, Міана и Чаача), опредѣленныя прошлогодними хронометрическими экспедиціями. Въ общей сложности этимъ отдѣленіемъ снято 18640 квадр. верстъ, въ двухъ-верстовомъ масштабѣ.

Западнымъ отдѣленіемъ (1 нач. 7 съёмщ.) продолжалась, въ масштабѣ 2 версты въ дюймѣ, съёмка вдоль русско-персидской границы отъ горы Масинёвъ, въ верховьяхъ р. Гермабъ-су, до бывшаго укрѣпл. Чата. Снятое пространство представляетъ полосу, длиною въ 252 и шириною въ 20 верстъ. Этимъ же отдѣленіемъ произведены также въ томъ же масштабѣ, съёмочныя работы въ Ахалъ-Тэкинскомъ оазисѣ между укр. Гёкъ-Тепе и сел. Арчманомъ и на персидской территоріи, въ окрестностяхъ Буджнурта. Не смотря на весьма неблагопріятныя условія для работъ, какъ напр. безводность мѣстности и крайняя затруднительность въ доставкѣ жизненныхъ припасовъ и фуража, всего снято 9130 квадр. верстъ.

Независимо отъ поименованной выше пограничной съёмки, капитаномъ Толмачевымъ снято въ двухъ-верстномъ масштабѣ пограничное пространство отъ Чикишлярскаго поста, на берегу

Каспійскаго моря, до крѣп. Моллакала, при устьѣ р. Кара-су, и далѣе вверхъ по р. Атреку до уроч. Чатъ (4830 квадр. верстъ).

Такимъ образомъ въ отчетномъ году окончена съёмка всей границы между Закаспійскою областью и Персіей, на протяженіи 592-хъ верстъ, и въ будущемъ 1883 году возможно будетъ приступить къ разграниченію, на основаніи конвенціи, заключенной между Русскимъ правительствомъ и Персіей 9-го Декабря 1881 года.

Состоявшими на съёмкѣ Черноморскаго побережья двумя съёмщиками снято, въ 2-хъ сотенномъ масштабѣ, пространство въ 109 кв. вер., между стан. Ольгинской и сел. Калиновкой.

Чертежныя и картографическія работы.

а) Окончено вычерчиваніе инструментальныхъ съёмокъ, произведенныхъ въ 1881 году въ центральной части Главнаго Кавказскаго хребта, въ Бакинской губ. и въ Закаспійской области, и маршрутныхъ съёмокъ, исполненныхъ въ Закаспійской области въ 1880 и 1881 годахъ, всего.......... 53 лист.

б) Вычерчены маршрутныя глазомѣрныя съёмки, произведенныя въ Азіятской Турціи съ 1879 по 1882 годъ.............................. 41 »

в) Начато вычерчиваніе инструментальныхъ съёмокъ, произведенныхъ въ 1882году на Кавказѣ и въ Закаспійской области, и глазомѣрныхъ маршрутовъ, снятыхъ въ томъ же году въ Азіятской Турціи.............. 62 »

г) Вновь составлено 12 листовъ пятиверстной карты Кавказа и исполнено разныхъ другихъ работъ для надобностей Штаба.................... 173 »

д) Исправлены по новѣйшкмъ свѣдѣніямъ карты Кавказа, 5-ти, 20-ти и 40-ка верстнаго масштабовъ, а также карты Азіятской Турціи, Персіи, Авганистана и Белуджистана 50-ти верстнаго масштаба................... 24 »

На производство астрономо-геодезическихъ и топографическихъ работъ израсходовано:

по § 8 смѣты Главнаго Штаба....................	39960 р. — к.
изъ суммъ Интендантства (жалов., квар., прогон.).....	54236 » 75 »
Всего....	94196 р. 75 к.

Въ Омскомъ военномъ округѣ.

(Начальникъ отдѣла геодезистъ корп. воен. топогр. полковникъ Некрасовъ).

Астрономическія работы.

Эти работы состояли въ телеграфномъ опредѣленіи начальникомъ отдѣла, полковникомъ Некрасовымъ и геодезистомъ, полковникомъ Мирошниченко долготъ Усть-Каменогорска и Зайсанскаго поста, относительно гор. Омска, и въ производствѣ геодезистомъ Мирошниченко хронометрическихъ экспедицій въ мѣстности, лежащей между озерами Зайсанъ и Канасъ.

Опредѣленіе долготъ Усть-Каменогорска и Зайсанскаго поста сдѣлано безъ обмѣна мѣстъ наблюдателей, при чемъ вслѣдствіе неблагопріятной погоды, долгота Каменогорска получена изъ двухъ неполныхъ вечеровъ наблюденій. Зайсанскій же постъ опредѣленъ изъ трехъ полныхъ вечеровъ. Одновременно съ опредѣленіями долготъ, въ названныхъ пунктахъ произведены также опредѣленія широтъ и высотъ надъ уровнемъ моря. Результаты этихъ опредѣленій слѣдующіе:

	Широта.	Долгота отъ Пулкова.	Высота надъ уровнемъ моря въ футахъ.
Усть-Каменогорскъ (церковь въ крѣпости).........	49°56′43″,4	52°16′38″,2	804
Зайсанскій постъ (церковь).....................	47 28 7,7	54 33 5,9	2023

Окончивъ 26 Іюня наблюденія въ Зайсанскомъ постѣ, геодезистъ Мирошниченко предпринялъ хронометрическія экспедиціи по направленію къ озеру Канасъ, которыми опредѣлено 11 пунктовъ. Основными пунктами для хронометрическихъ экспедицій служили три точки, опредѣленныя предварительными рейсами, а именно:

1) Акъ-Тюбе, опредѣленный относительно Зайсанскаго поста 3-хъ дневнымъ рейсомъ;

2) Устье р. Бала-Колджира, опредѣленный относительно Акъ-Тюбе 6-ти дневнымъ рейсомъ

и 3) Восточная оконечность оз. Марка-Куль, пунктъ, опредѣленный 10-ти дневнымъ рейсомъ относительно Бала-Колджира.

Для наблюденій служили малый универсальный инструментъ Керна, 8 хронометровъ (изъ нихъ шесть карманныхъ) и два барометра Паррота.

Результаты опредѣленій полковника Мирошниченко показаны въ нижеслѣдующемъ спискѣ:

	Широта.	Долгота отъ Пулкова.	Высота надъ уровнемъ моря въ футахъ.
1) Сопка Акъ-Тюбе.........................	47°56′46″,5	54°51′58″	1197
2) Пунктъ при впад. р. Бала-Колджиръ въ р. Колджиръ	48 24 43,9	54 51 44	2180
3) Сліяніе р. Белезека съ р. Чернымъ Иртышемъ...	47 59 49,8	55 22 26	1343
4) Мог. Токалъ на р. Белезекъ, при выходѣ ея изъ горъ	48 19 23,5	55 37 50	1684
5) Уроч. Акъ-Джейляу, мог. Нордмамбетъ.........	48 36 19,6	55 40 31	4434
6) Вост. оконеч. оз. Марка-Куль, пунктъ на р. Чулекъ	48 49 30,5	55 41 8	4611
7) Зап. оконеч. оз. Марка-Куль, истокъ р. Колджира	48 41 44,5	55 12 42	—
8) Арасанъ-Каба, могила у кочевой дороги........	48 55 20,5	56 6 46	4497
9) Пунктъ при впад. р. Акъ-Кабы въ р. Нарынъ-Кабу	48 50 9,7	56 29 46	3747
10) Южная оконечность озера Канасъ............	48 42 46,8	56 41 7	4371
11) Пунктъ на лѣвомъ берегу р. Кабы противъ сопокъ Кара-Чоку и Джангызъ-Чоку................	48 25 20,0	56 18 48	2736

Топографическія работы.

Съёмка Акмолинской области, въ 2-хъ верстномъ масштабѣ, продолжалась въ Акмолинскомъ уѣздѣ. Десятью съёмщиками, подъ наблюденіемъ двухъ начальниковъ отдѣленій, снято на

13-ти планшетахъ 14686 кв. верстъ, при чемъ опредѣлены высоты 1270 точекъ, что среднимъ числомъ составляетъ около 98 точекъ на каждый планшетъ. Для выраженія рельефа мѣстности горизонтальныя плоскости сѣченій проводились черезъ 10 саженей. Планъ города Акмолинска съ окрестностями, на протяжеиіи 64 квадр. верстъ, снятъ въ полуверстовомъ масштабѣ.

По распоряженію начальника окружнаго штаба, были командированы шесть классныхъ топографовъ для съёмки территоріи, уступленной Китаемъ Россіи по VII ст. С.-Петербургскаго договора. Чинами этими снято, въ 5-ти верстномъ масштабѣ, пространство въ 17000 кв. верстъ отъ Акъ-Тюбе до р. Кабы и отъ водораздѣла на Алтаѣ до горъ Саура. Основными точками для съёмки служили 11 астрономическихъ пунктовъ, опредѣленныхъ хронометрическими экспедиціями полковника Мирошниченко и 258 точекъ, опредѣленныхъ кипрегелемъ по высотѣ. Пользуясь добытымъ топографическимъ матеріаломъ, составлено краткое географическое обозрѣніе снятаго пространства.

Штабсъ-капитаномъ Закржевскимъ, командированнымъ, съ разрѣшенія Военнаго Министра, въ распоряженіе командующаго войсками Семипалатинской области, исполнены слѣдующія топографическія работы: снятъ планъ Зайсанскаго поста, въ масштабѣ 50 саж. въ дюймѣ, и его окрестностей, на пространствѣ 414 квадр. верстъ, въ масштабѣ 2-хъ верстовомъ; произведена нивеллировка въ окрестностяхъ гор. Семипалатинска на протяженіи 4-хъ верстъ и маршрутная съёмка (160 вер.), въ 2-хъ верстовомъ масштабѣ, отъ уроч. Чиндагатуй (Семипалатинской области) до урочища Косъ-агачъ (Томской губ.); обрекогносцированъ южный берегъ озера Зайсанъ съ цѣлью изысканія пути для почтоваго тракта.

Классным̃ъ топографомъ Чуклинымъ, сопровождавшимъ полковника Мирошниченко въ его хронометрическихъ экспедиціяхъ, сняты маршруты, въ 5-ти верстномъ масштабѣ, отъ Зайсанскаго поста до Акъ-Тюбе (60 верстъ), отъ Акъ-Тюбе до озера Канаса (35 верстъ) и отъ озера Канаса до рѣки Кабы (65 верстъ).

Чертежныя работы.

Въ зимнее время съёмщики занимались отдѣлкою полевыхъ брульоновъ, составленіемъ спеціальной карты снятаго пространства, въ 10-ти верстномъ масштабѣ, и 40-ка верстной карты Омскаго военнаго округа.

На производство работъ израсходовано:

по § 8-му смѣты Главнаго Штаба.................	11700 р. — к.
изъ суммъ Интендантства (жалов., столов., кварт. и проч.)	32705 » 91 »
Всего......	44405 р. 91 к.

Въ Туркестанскомъ военномъ округѣ.

(Начальникъ отдѣла Генеральнаго Штаба полковникъ Жилинскій).

Астрономическія работы.

Завѣдывающимъ Ташкентской обсерваторіей, геодезистомъ подполковникомъ Померанцевымъ и его помощникомъ, корпуса военныхъ топографовъ шт.-капитаномъ Залѣсскимъ, опредѣлена по телеграфу разность долготъ Ташкентъ-Самаркандъ, изъ семи вечеровъ наблюденій. — Наблюдатели не мѣнялись мѣстами. Личное уравненіе опредѣлено въ началѣ и концѣ экспедиціи, каждый разъ изъ трехъ вечеровъ.

Пунктъ, на которомъ производились наблюденія въ Самаркандѣ, связанъ вспомогательною тріангуляціею съ пунктомъ, опредѣленнымъ полковникомъ Шарнгорстомъ въ 1871 году (дворецъ Эмира), что дало возможность исправить по вновь полученной, болѣе точной, долготѣ Самарканда долготы пунктовъ, опредѣленныхъ хронометрическою экспедиціею, произведенною между Ташкентомъ и Самаркандомъ въ 1870 году.

До опредѣленія долготы Самарканда, шт.-капитанъ Залѣсскій опредѣлилъ долготу Пенджакента относительно Самарканда, посредствомъ перевозки 8-ми столовыхъ (изъ нихъ одинъ некомпенсованный) и 2-хъ карманныхъ хронометровъ. Рейсъ этотъ продолжался двое сутокъ. — Широта Пенджакента получена изъ наблюденій прохожденій звѣздъ черезъ первый вертикалъ.

Генеральнаго Штаба капитанъ Путята, снабженный Туркестантскимъ военно-топографическимъ отдѣломъ Писторовымъ кругомъ, трубою Доллонда, 5-тью карманными хронометрами, 2-мя термометрами и анероидомъ, сдѣлалъ четыре хронометрическіе рейса въ Кизылъ Кумахъ и Кара-Кумахъ. Въ Кизылъ Кумахъ, двумя рейсами отъ Чиназа до укр. Тамды (18 дней) и отъ Тамды до Перовска (14 дней), опредѣлено 10 пунктовъ. — Въ Кара-Кумахъ сдѣлано также два рейса, отъ Казалинска, черезъ Кара-Тугай, къ колодцамъ Терекли № 2 (21 день) и отъ этого пункта, по другому пути, обратно въ Казалинскъ (14 дней). — Этими двумя рейсами опредѣлено 5 пунктовъ.

Тригонометрическія работы.

Тригонометрическая сѣть, проложенная въ Зеравшанскомъ округѣ въ 1874 году, была продолжена, по направленію къ Пенджакенту, между лѣвымъ берегомъ Зеравшана и южными предгорьями Зеравшанскаго хребта, на пространствѣ 900 кв. верстъ. — Всего однимъ производителемъ работъ опредѣлено 35 второ- и 3 третье-классныхъ пунктовъ, составляющихъ 48 тріугольниковъ. Углы измѣрялись малымъ универсальнымъ инструментомъ Брауэра.

Топографическія работы.

Систематическая съёмка Ферганской области, въ полуверстовомъ масштабѣ, производилась въ двухъ раіонахъ: въ окрестностяхъ Маргелана и окрестностяхъ Намангана. Успѣху работъ много препятствовала большая болѣзненность, развившаяся среди съёмщиковъ и состоявшей при нихъ прислуги вслѣдствіе лихорадокъ, господствующихъ въ Ферганской области вообще, а въ особенности свирѣпствующихъ въ окрестностяхъ Маргелана. Маргеланскій раіонъ представляетъ пересѣченную мѣстность, населенную только въ средней его части и совершенно безводную на протяженіи ⅔ всего пространства. — Наманганскій раіонъ, въ противоположность съ раіономъ Маргеланскимъ, представляетъ, мѣстность густо населенную, покрытую трудно проходимыми камышевыми болотами, и рисовыми полями, изрѣзанными множествомъ мелкихъ арыковъ.

Работы въ Сыръ-Дарьинской области состояли въ съёмкѣ городовъ Перовска и Ауліэ-Ата и исправленіи съёмокъ Ташкента и Кураминскаго уѣзда.

По приказанію командующаго войсками округа были обрекогносцированы дороги черезъ перевалы Абіазъ, Кара-Мазаръ, Шагразъ, Шаитъ-даванъ и произведена подробная съёмка дороги, черезъ перевалъ Кендыръ-Даванъ, къ Чиль-махрамской переправѣ на Сыръ-Дарьѣ, съ цѣлью выбора удобнѣйшаго направленія для дороги изъ Ташкента въ Коканъ.

Классный топографъ Косяковъ, командированный въ ученую экспедицію, предпринятую путешественникомъ д-ромъ Регелемъ въ Дарвазъ и Шугнанъ, выступилъ съ экспедиціею изъ Пенджакента 4-го іюня. — Направившись черезъ перевалъ Нура въ г. Каратагъ, въ Гиссарѣ экспедиція раздѣлилась: д-ръ Регель пошелъ по горной дорогѣ въ Бальджуанъ, а классный топографъ Косяковъ спустился внизъ по р. Каратагъ до г. Кабадіана, откуда черезъ Курганъ-Тюбе и Кулябъ вышелъ къ Кала-и-хумбу. Отъ сего послѣдняго пункта Косяковъ продолжалъ рекогносцировки вверхъ по р. Пянджу до крѣпости Ванджъ и далѣе по р. Ванджу до ея верховья. Вернувшись въ Кала и хумбъ, онъ пошелъ на сѣверъ къ крѣп. Тавиль-дара, на рѣкѣ Вахшъ (Хуллясъ), и за тѣмъ вверхъ по правому берегу этой рѣки до г. Курганъ-Ладжуръ. — Обрекогносцировавъ за тѣмъ верховья р. Акъ-су, Косяковъ прибылъ въ Кала-и-хумбъ, куда былъ вызванъ д-ромъ Регелемъ для совмѣстнаго слѣдованія въ Шугнанъ. Эта экспедиція однако не состоялась, такъ какъ отъ правителя Шугнана долгое время не получалось разрѣшенія на слѣдованіе въ его владѣнія, а въ послѣдствіи Косяковъ заболѣлъ и былъ вынужденъ поспѣшить возвращеніемъ въ Самаркандъ. Идя изъ Кала-и-хумба, на Тальваръ, внизъ по р. Акъ-су, до крѣп. Сарыпуль и далѣе на Бальджуанъ, Дюшамбе, Динау и Байсунъ, классный топографъ Косяковъ продолжалъ маршрутную съёмку до Яръ-Тюбе, гдѣ, вслѣдствіе усилившейся болѣзни, долженъ былъ прекратить работы. Изъ Яръ-Тюбе, Косяковъ вернулся въ Самаркандъ, черезъ Шахри-Зябсъ. — Имъ снято маршрутовъ около 1400 верстъ.

Генеральнаго Штаба капитаномъ Путятой и сопровождавшимъ его класснымъ топографомъ Рудневымъ обрекогносцировано 13000 кв. верстъ въ пескахъ Кара-Кумъ.

Три топографа были командированы въ распоряженіи генералъ-маіоровъ Фриде и Мѣдинскаго, нашихъ комиссаровъ по разграниченію Россіи съ Китаемъ.

Картографическія работы.

Кромѣ систематическихъ работъ по составленію 10-ти верстной карты округа, въ отчетномъ году исполнены слѣдующія картографическія работы: начато составленіе одно-верстной карты окрестностей Ташкента, на 4-хъ листахъ, предназначаемой для манёвровъ войскъ Ташкентскаго гарнизона; составлена карта нефтяныхъ источниковъ въ Ферганской Области, въ масштабѣ 20 верстъ въ дюймѣ и карта части Средней Азіи, въ масштабѣ 80 верстъ въ дюймѣ, для нанесенія результатовъ магнитныхъ и метеорологическихъ наблюденій.

Работы Ташкентской Обсерваторіи.

Завѣдывающій Обсерваторіей, геодезистъ капитанъ (нынѣ подполковникъ) Померанцевъ произвелъ рядъ наблюденій планетъ Юноны и Паллады, результаты которыхъ напечатаны въ Astronomische Nachrichten. При помощи механика Отдѣла Редлина имъ окончена, начатая въ 1881 г. установка меридіаннаго груга. Послѣ продолжительныхъ трудовъ, эта серьозная работа, для которой предполагалось пригласить или механика отъ Репсольда, изъ Гамбурга, или механика Пулковской обсерваторіи, увѣнчалась успѣхомъ, какъ можно судить объ этомъ по наблюденіямъ, которые удалось уже произвести, меридіаннымъ кругомъ.

Магнитный павильонъ построенный и остававшійся безъ значительныхъ исправленій съ 1874 года, былъ ремонтированъ за ново, поставлена новая марка, по опредѣленіи азимута которой помощникъ завѣдывающаго обсерваторіей Шварцъ началъ, съ августа мѣсяца, систематическія работы по абсолютнымъ опредѣленіямъ элементовъ земнаго магнетизма теодолитомъ Брауэра, ежемѣсячно: 5, 15 и 25 числа, по новому стилю. Сверхъ того имъ же въ отчетномъ году изслѣдованы и опредѣлены поправки магнитныхъ инструментовъ (азимутъ-компаса, инклинатора и прибора для опредѣленія напряженій), которыми, съ 1877 по 1882 годъ, онъ дѣлалъ магнитныя наблюденія въ Ташкентѣ, на Алаѣ, въ Кульджинскомъ раіонѣ, въ Гиссарѣ и въ Афганистанѣ.

Для наблюденія солнечнаго затмѣнія былъ выбранъ Пенджакентъ такъ какъ продолжительность полнаго затмѣнія для него была почти наибольшая (около 2-хъ минутъ) и Пенджакентъ соединенъ съ Ташкентомъ колеснымъ путемъ. Такъ какъ на обсерваторіи нѣтъ ни фотогеліографа, ни спектроскопа, обыкновенно употребляемыхъ при наблюденіяхъ солнечныхъ затмѣній, то въ программу наблюденій вошло: 1) опредѣленіе моментовъ внѣшняго и внутренняго прикосновенія краевъ солнца и луны, 2) составленіе рисунковъ выступовъ, 3) опредѣленіе ихъ положенія и размѣровъ и 4) начертаніе короны. Кромѣ того имѣлось въ виду наблюдать нѣкоторыя физическія явленія и въ томъ числѣ измѣненіе температуры въ продолженіи затмѣнія.

Въ экспедиціи приняли участіе завѣдывающій обсерваторіей, геодезистъ подполковникъ Померанцевъ и помощникъ его по астрономической части штабсъ-капитанъ Залѣсскій. Инструменты для наблюденій были взяты слѣдующіе: труба Фрауенгофера (отверстіе объектива 77^{mm}), переносный пассажный инструментъ Гербста и 8 хронометровъ.

Независимо отъ упомянутыхъ научныхъ работъ, Обсерваторіею произведены: 1) изслѣдованіе инструментовъ бывшихъ на работахъ астрономическихъ экспедицій въ отчетномъ году, 2) наблюденія, съ сентября мѣсяца, всѣхъ покрытій звѣздъ луною, указанныхъ въ Nautical Almanac и видимыхъ на Ташкентскомъ горизонтѣ, 3) постоянное опредѣленіе времени пассажнымъ инструментомъ и 4) ежедневныя метеорологическія наблюденія.

Работы, имѣвшія интересъ новизны, помѣщались въ періодическихъ изданіяхъ: въ Astronomische Nachrichten, лѣтописяхъ Главной Физической Обсерваторіи и Туркестанскихъ вѣдомостяхъ. Ученыя сношенія Обсерваторіи постоянно расширяются, и она находится въ перепискѣ съ обсерваторіями: Николаевской Главной астрономическою, Московской астрономическою и Главной Физическою, съ редакціею Astronomische Nachrichten въ Килѣ, съ Вѣнскою Академіею Наукъ и съ Смитсоніанскимъ Институтомъ, въ Вашингтонѣ.

Изъ учебныхъ занятій обсерваторіи по подготовкѣ различныхъ лицъ къ работамъ путешествующаго астронома особенно успѣшны были упражненія въ наблюденіяхъ кругомъ Пистора генеральнаго штаба капитана Путяты.

Изъ вычисленій и письменныхъ работъ Ташкентской Обсерваторіи наиболѣе значительны слѣдующія: 1) Окончена и подготовлена къ печати записка подполковника Померанцева: «О земной рефракціи», 2) Вычислена и подготовлена къ печати экспедиція 1881 г., по телеграфному опредѣленію разности долготъ Вѣрнаго и Ташкента, 3) Вычислены хронометрическія экспедиціи между Ташкентомъ и Вѣрнымъ произведенныя въ 1881 г. и между Самаркандомъ и Пенджакентомъ въ 1882 г., 4) Вычисляется экспедиція 1882 года по телеграфному опредѣленію разности долготъ Самарканда и Ташкента и 5) Вычисляются и подготовляются къ печати магнитныя работы произведенныя помощникомъ завѣдывающаго Обсерваторіей Шварцемъ съ 1877 по 1882 годъ.

Метеорологическихъ станцій въ Туркестантскомъ Округѣ въ 1882 году дѣйствовало 20: 8 перваго класса и 12 втораго, изъ нихъ одна (въ Туркестанѣ) открыта въ мартѣ мѣсяцѣ, а 2 (въ Чустѣ и Ура-Тюбе), за неимѣніемъ лицъ способныхъ къ производству наблюденій, закрыты.

Всѣ метеорологическія станціи производили наблюденія ежедневно въ 7 часовъ утра въ 1 часъ дня и въ 9 часовъ вечера; станція же при учительской семинаріи въ Ташкентѣ производила въ теченіи отчетнаго года ежечасныя наблюденія.

Для контроля и повѣрки правильности работъ станцій, чины обсерваторіи инспектировали ихъ въ теченіи отчетнаго года.

Наблюденія станцій втораго класса вычислялись на Ташкентской обсерваторіи вольнонаемными лицами, подъ руководствомъ помощника по метеорологической части.

На производство работъ израсходовано:

по § 8 смѣты Главнаго Штаба . . . . 24000 р.

Въ Восточно-Сибирскомъ военномъ округѣ.

(Начальникъ отдѣла Генеральнаго Штаба полковникъ Шульгинъ).

Астрономическія работы.

Хронометрическія экспедиціи, начатыя въ западной части Южно-Уссурійскаго края въ 1881 году для сводки съёмокъ произведенныхъ въ прежнее время, продолжались въ отчетномъ 1882 году въ юго-восточной части края, съ цѣлью полученія основныхъ точекъ для топографической съёмки, предполагаемой къ производству по рѣкамъ Циму-хѣ, Конгоузѣ, Сучанѣ и Авакумовкѣ.— Въ Южно-Уссурійскій край былъ командированъ для астрономическихъ работъ геодезистъ шт.-капитанъ Назарьевъ.

Имѣя въ своемъ распоряженіи малый универсальный инструментъ Керна, Писторовъ кругъ, 4 столовыхъ и 2 карманныхъ хронометра, геод. Назарьевъ опредѣлилъ широты и долготы шести пунктовъ, изъ коихъ три по берегу Восточнаго океана и три по р. Сучану и его притокамъ.

Тригонометрическія работы.

Сіи работы производились въ двухъ раіонахъ: въ Иркутской губерніи и Забайкальской области.

Тріангуляція Иркутской губерніи, вызванная необходимостью дать основныя точки для топографической съёмки земель казаковъ и крестьянъ преобразованнаго Иркутскаго коннаго казачьяго полка, производилась въ окрестностяхъ г. Иркутска, по теченію рѣкъ Иркута и Куды. Однимъ тріангуляторомъ, клас. топогр. Головкинымъ, опредѣлено 22 второ- и 18 третьеклассныхъ точекъ. — Углы измѣрялись малымъ универсальнымъ инструментомъ Керна.

Тріангуляція Забайкальской области продолжалась клас. топогр. Крамаровымъ по р. Онону, отъ его впаденія въ р. Ингоду до Китайской границы. — Всего опредѣлено 32 второ- и 20 третье-классныхъ точекъ, предназначенныхъ служить основными для топографической съёмки Нерчинскаго и Акшинскаго округовъ. — Углы измѣрялись малымъ универсальнымъ инструментомъ Керна.

Топографическія работы.

Инструментальныя съёмки, одноверстнаго масштаба, производились въ Иркутской губерніи и Забайкальской области, съ цѣлью надѣла землями казаковъ. Въ Иркутской губерніи, 5-тью съёмщиками, подъ наблюденіемъ одного начальника отдѣленія, снято въ окрестностяхъ города Иркутска 1400 кв. верстъ, предстевляющихъ пять полныхъ планшетовъ.

Въ Забайкальской области, 7-мью съёмщиками подъ руководствомъ одного начальника отдѣленія, снято 1960 кв. верстъ въ Нерчинскомъ округѣ. Снятое пространство представляетъ 7 полныхъ планшетовъ.

Въ отчетномъ году окончена вычерчиваніемъ инструментальная съёмка части Южно-Уссурійскаго края, произведенная въ 1881 году. На этой съёмкѣ состояло 7 съёмщиковъ и 1 начальникъ отдѣленія. Ими снято, въ верстовомъ масштабѣ, около 3000 кв. верстъ въ мѣстности, лежащей между Амурскимъ заливомъ и Китайскою границею. Съёмщики вернулись въ Иркутскъ въ концѣ Декабря 1881 года, вслѣдствіе чего отдѣлка съёмочныхъ брульоновъ была исполнена только въ отчетномъ году.

На производство работъ израсходовано:

по § 8-му смѣты Главнаго Штаба............ 20500 руб.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

РАБОТЫ ПО СОСТАВЛЕНІЮ, ГРАВИРОВАНІЮ И ИЗДАНІЮ КАРТЪ, ИСПОЛНЕННЫЯ ВЪ КАРТОГРАФИЧЕСКОМЪ ЗАВЕДЕНІИ ВОЕННО-ТОПОГРАФИЧЕСКАГО ОТДѢЛА ГЛАВНАГО ШТАБА.

I. По чертежной.

Чертежныя работы исполнялись въ отчетномъ году среднимъ числомъ 52-мя чинами *). Такимъ образомъ въ составѣ чертежной, сравнительно съ 1881 годомъ, является приращеніе на 6 человѣкъ.

Въ число чертежныхъ работъ входили:

А. Новыя работы.

1. **Спеціальная 10-ти верстная карта Европейской Россіи** (редакторъ генералъ-маіоръ Стрѣльбицкій).

Вновь составлялись и дополнялись контурами .... 5 листовъ.
Изъ нихъ оконченныхъ 3 листа.
Составлялись оригиналы словъ на .... 5 листахъ.
Изъ нихъ окончены 2 листа.
Составлялись оригиналы горъ на .... 7 »
Изъ нихъ окончены 4 листа.
Нанесены точки высотъ на .... 7 »
Нанесены вновь желѣзныя дороги на .... 12 »
Исправлены по новымъ свѣдѣніямъ .... 23 листа.
Произведена корректура гравюры на .... 40 листахъ.

---

*) Изъ нихъ двое были отвлечены въ теченіи мѣсяца съёмкою стрѣльбища за большимъ Красносельскимъ лагеремъ, а одинъ, въ теченіи $2^1/_2$ мѣсяцевъ, — тріангуляціею Западнаго пограничнаго пространства.

Кромѣ того подготовлялся матеріалъ для будущаго исправленія сѣверныхъ листовъ карты, а именно раскрашивались уменьшенныя фотографическія копіи со съёмокъ Архангельской и Олонецкой губерній Министерства Государственныхъ Имуществъ, всего съ.................. 163 брульон.

(Работа производилась 6—8 чинами).

2. **3-хъ верстная топографическая карта** (редакторъ полковникъ Андреевъ).

a) **Царства Польскаго.**

Составленіе оригиналовъ для исправленія гравюры на кованныхъ доскахъ, пограничныхъ листовъ .... 7 листовъ.

Составлено оригиналовъ для исправленія гравюры по съёмкѣ 1880 года (позиціи)... 3 листа.

Одинъ листъ оконченъ.

Окончена корректура по рекогносцировкамъ 1872—1876 годовъ, на послѣднихъ .... 4 листахъ.

(Разновременно занималось 2 человѣка).

b) **Заграничнаго пространства** (всѣхъ листовъ 39).

Приготовлено контурныхъ оригиналовъ изъ фотографическихъ копій съ листовъ Пруссіи и Австріи, въ дополненіе къ прежнимъ 26-ти листамъ 9 листовъ.

Оригиналовъ словъ составлено, въ дополненіе къ прежнимъ 8 листамъ . . 14 »

Окончено 8 листовъ.

Разсортированы дороги, согласно условнымъ знакамъ 3-хъ верстной карты на... 15 »

Составлены оригиналы лѣсовъ, луговъ и проч.................. 11 »

Произведена корректура гравюры на.......................... 38 »

(Въ теченіи года занималось 6 человѣкъ).

c) **Новгородской губерніи.**

Къ прежнимъ 25-ти фотографическимъ оригиналамъ прибавлены послѣдніе пограничные.. 3 листа.

Произведена корректура гравюры на.......................... 15 листахъ.

Всего окончено корректурою въ прежніе годы 6 листовъ, въ отчетномъ году 3 листа.

(Разновременно занималось 3 человѣка).

d) **Курляндской губерніи.**

Въ дополненіе къ 54 копіямъ 1881 года составлено 70 контурныхъ копій и 42 копіи горизонталей съ брульоновъ новой съёмки Курляндіи, въ масштабѣ 250 саженъ въ дюймѣ, для полученія, путемъ фотографическаго уменьшенія, оригиналовъ, отдѣльно для контуровъ и для рельефа мѣстности, на 4 листахъ новой 3-хъ верстной карты Курляндіи.

Оригиналъ словъ составлялся для............................ 1 листа.

(Временно занималось 3 человѣка).

е) **Пополненіе восточныхъ листовъ карты** (Орловской, Курской и Харьковской губерній).

Продержана корректура гравюры контура на 5-ти листахъ, изъ числа 9-ти, для коихъ были приготовлены фотографическіе оригиналы въ прежніе годы .... 5 листовъ.

(Временно занимался одинъ человѣкъ).

3. **Карта окрестностей С.-Петербурга для маневровъ,** въ масштабѣ 1 верста въ дюймѣ. (Новое изданіе. Редакторъ полковникъ Андреевъ).

Всѣхъ листовъ въ гравюрѣ — 41, въ томъ числѣ вполнѣ законченныхъ — 25, оконченныхъ безъ заливокъ — 11, прочихъ — 5 листовъ.

Въ отчетномъ году составлено оригиналовъ для заливокъ и прокорректировано 4 листа.

По рекогносцировкамъ раіона маневровъ прежнихъ годовъ составлены оригиналы исправленій и продержана корректура гравюры на .... 9 листахъ

По рекогносцировкѣ раіона маневровъ 1882 года продержана корректура гравюры на .... 7 »

Составлены оригиналы для сборной таблицы и условныхъ знаковъ на ..... 2 »

(Въ теченіи отчетнаго года разновременно занималось 2 человѣка).

4. **2-хъ верстная карта западнаго пограничнаго пространства** (листы Курляндіи).

Карта будетъ издаваться геліогравюрою, въ два цвѣта. Черченіе оригиналовъ производится въ масштабѣ $1\frac{1}{2}$ версты въ дюймѣ, причемъ контуры и названія отдѣлены отъ горъ, изображаемыхъ штрихами.

Въ теченіи отчетнаго года ситуаціонное черченіе производилось на .... 4 »

(Въ работѣ участвовало 2 человѣка).

5. **Скелетная карта Царства Польскаго** для нанесенія стратегическихъ свѣдѣній, на 20 листахъ, въ масштабѣ 6 верстъ въ дюймѣ. Карта составлялась для Варшавскаго военнаго округа. Въ отчетномъ году составлены послѣдніе 4 листа.

(Работа закончена и препровождена въ штабъ округа. Въ ней временно принимали участіе 2 человѣка).

6. **Стратегическая карта Средней Европы** на 12 листахъ, въ масштабѣ 40 верстъ въ дюймѣ. (Редакторъ полковникъ Артамоновъ).

Окончено составленіе горъ на .... 2 листахъ.

Составлено оригиналовъ исправленій по разнымъ предметамъ на .... 20 оттиск.

Продержана корректура гравюры на .... 8 листахъ.

(Работы исполнялись 3-мя чинами).

7. **Военно-дорожная карта Европейской Россіи,** въ масштабѣ 25 верстъ въ дюймѣ.

(Заграничное пространство на 9-ти листахъ и два дополнительныхъ сѣверныхъ листа. Редакторъ полковникъ Артамоновъ).

Составительныя работы окончены въ отчетномъ году, въ дополненіе къ 4-мъ листамъ 1881 года, на.. 3 листахъ.

Продолжаются на.. 1 листѣ.

Кромѣ того исправляются два листа, въ сводку съ прибавляемыми сѣверными листами.

Исполнено корректуръ гравюры, всего.............................. 12 коррект.

(Работы исполнялись разновременно 2-мя чинами).

8. **Карта квартирнаго расположенія войскъ въ Европейской Россіи,** на 4 листахъ, въ масштабѣ 60 верстъ въ дюймѣ.

Основаніемъ для карты послужила карта Центральнаго Статистическаго Комитета на 6 листахъ, которая съ означенною цѣлью была переработана, съ одной стороны исключеніемъ изъ нея всѣхъ излишнихъ подробностей, съ другой — внесеніемъ въ нее новыхъ данныхъ, имѣющихъ значеніе для квартирной карты. Составительныя работы были начаты и окончены осенью отчетнаго года.

Засимъ въ концѣ отчетнаго же года была продержана первая корректура гравюры на всѣхъ.. 4 доскахъ.

(Работы исполнялись однимъ человѣкомъ).

9. **Карта окрестностей Константинополя и Босфора,** въ масштабѣ 1 верста въ дюймѣ, на 10-ти листахъ и 2-хъ клапанахъ. (Редакторъ полковникъ Артамоновъ).

Составлено и исправлено по вновь полученнымъ свѣдѣніямъ............ 8 листовъ.

и 2 клапана.

(Въ работѣ участвовало 2 человѣка).

10. **Карта восточной половины Балканскаго полуострова,** по съёмкамъ 1877—1879 годовъ. Масштабъ 3 версты въ дюймѣ. (Изданіе геліогравюрою).

Окончено начатое еще въ 1881-мъ году составленіе черновыхъ оригиналовъ юго-восточной части карты, въ масштабѣ $2^1/_2$ версты въ дюймѣ, на.. 3 листахъ.

Вновь начато составленіе, въ томъ же раіонѣ........................ 3 листовъ.

Въ предѣлахъ Добруджи прокорректированы черновые оригиналы всѣхъ 9-ти листовъ, составленныхъ еще въ 1880 году, а 3 придунайскихъ листа пополнены кромѣ того по картѣ Валахіи, изданной Вѣнскимъ Географическимъ Институтомъ въ 1864 году въ масштабѣ 1:75000. Вмѣстѣ съ тѣмъ приступлено къ составленію послѣдняго 10-го листа Добруджи. Итого работа въ предѣлахъ Добруджи производилась на.. 10 листахъ.

(Въ работѣ разновременно принимало участіе до 4-хъ человѣкъ)

11. **Съёмка Черногоріи.** Масштабъ 1 верста въ дюймѣ.

Пятью чинами, снимавшими въ 1879, 1880 и 1881 годахъ вновь присоединенную къ Черногоріи территорію, вычерчивались въ отчетномъ году, при чертежной отдѣла, набѣло 27 планшетовъ. Работа окончена и самые планшеты переданы на храненіе въ Военно-Топографическій складъ.

12. **Карта Турецко-Черногорскаго разграниченія,** въ масштабѣ 1 : 50000, на 8 листахъ.

Карта составлена по ходатайству Министра Иностранныхъ дѣлъ, подъ руководствомъ Генеральнаго Штаба полковника Соллогуба, на французскомъ языкѣ.

Работа окончена и издана фотолитографіею.

(Въ черченіи и надписываніи оригиналовъ принимало участіе 4 человѣка).

13. **Маршрутныя съёмки, исполненныя въ Оренбургской степи и частью въ Оренбургской и Уфимской губерніяхъ** въ 1881 году. Масштабъ 2 версты въ дюймѣ.

Въ теченіи первыхъ мѣсяцевъ отчетнаго года оканчивалось вычерчиваніе набѣло означенныхъ маршрутовъ 8-ю чинами, прикомандированными къ Отдѣлу въ Ноябрѣ 1881 года изъ упраздненнаго Оренбургскаго Военно-Топографическаго Отдѣла.

Всего въ работѣ было .... 40 листовъ.

14. **Карта Оренбургской степи,** въ масштабѣ 20 верстъ въ дюймѣ, на .... 14 листахъ.

Карта была составлена при бывшемъ Оренбургскомъ Военно-Топографическомъ Отдѣлѣ и частью награвирована. Въ отчетномъ году на всѣхъ оригиналахъ карты были сдѣланы болѣе или менѣе существенныя исправленія, на основаніи новѣйшихъ съёмокъ и астрономическихъ опредѣленій, въ особенности на.................................. 8 листахъ.

(Въ работѣ участвовало 4 человѣка, изъ числа прикомандированныхъ изъ упраздненнаго Оренбургскаго Отдѣла).

15. **Съёмка Западнаго склона Уральскаго хребта и Уфимскаго плоскогорья,** исполненная въ 1881 году, въ масштабѣ 3 версты въ дюймѣ.

Вычерчиваніе набѣло .... 6 планш.

(Работа исполнялась въ первые мѣсяцы отчетнаго года самими съёмщиками, въ числѣ 3-хъ человѣкъ).

16. **Изданія по Азіи** (редакторъ полковникъ Большевъ).

а) **Карта Азіятской Россіи** на 8-ми листахъ и 2-хъ клапанахъ, въ масштабѣ 100 верстъ въ дюймѣ.

Исправленія по новымъ свѣдѣніямъ исполнены на.................. 5 листахъ.

Корректура гравюры продолжалась на всѣхъ листахъ.

Составлялись оригиналы горъ и производилась тушевка ихъ на корневой бумагѣ, для . . . . 5 листовъ.

Изъ нихъ окончено тушевкой . . . . 4 листа.

b) **Карта Персіи**, на 12 листахъ, въ масштабѣ 20 верстъ въ дюймѣ.

Карта составлена при Кавказскомъ Военно-Топографическомъ Отдѣлѣ; гравируется же при Картографическомъ заведеніи.

По исправленіи по новымъ свѣдѣніямъ продержана корректура на . . . . . . 8 листахъ.

c) **Карта Сѣверо-Западной Монголіи** на 1 листѣ, въ масштабѣ 50 верстъ въ дюймѣ.

Продолжалось составленіе новаго оригинала по новѣйшимъ съёмкамъ Орлова, Потапина, Пѣвцова и Пржевальскаго, для вторичнаго изданія карты.

d) **Карты и маршруты русскихъ путешественниковъ по Азіи.**

Въ отчетномъ году находились въ работѣ: карта путешествій въ Центральную Азію полковника Пржевальскаго въ 1876—1881 годахъ, въ масштабѣ 50 верстъ въ дюймѣ (окончаніе работы 1881 года, исполненной подъ руководствомъ самого Пржевальскаго); маршруты по Маньчжуріи капитана Тарновскаго, топографа Нахвальныхъ и швейцарца Брюннера (черченіе химическою тушью); копированіе матеріаловъ, относящихся къ Ахалъ-Текинскому оазису.

e) **Карта Виѳинійскаго и Ѳракійскаго полуостровов**, на одномъ листѣ, въ масштабѣ 10 верстъ въ дюймѣ, составленная Генеральнаго Штаба подполковникомъ Протопоповымъ.

Карта, съ цѣлью ея изданія, перечерчивалась химическою тушью; горы же предполагается тушевать на корневой бумагѣ.

(Въ работахъ по Азіи принимало участіе отъ 4 до 5 человѣкъ).

B. Исправленіе прежнихъ изданій.

1. **Исправленіе 3-хъ верстной топографической карты** (редакторъ полковникъ Андреевъ).

a) **Исправленіе Виленскаго и Кіевскаго раіоновъ**, по рекогносцировкамъ 1872—1876 годовъ и рекогносцировкѣ 1879 года, по лѣвому берегу Днѣстра.

Окончена корректура гравюры на послѣднихъ . . . . 8 »

(Временно занимался одинъ человѣкъ).

b) **Исправленіе Западнаго раіона** съ цѣлью обновленія выпечатавшейся гравюры, въ особенности для поднятія лѣсовъ.

Окончена корректура на . . . . 4 »

c) **Исправленіе Петербургской губерніи** по рекогносцировкѣ раіона маневровъ.

Составлены оригиналы измѣненій на . . . . 3 »

Окончены составленіемъ и гравированіемъ 2 листа.

(Временно занимался одинъ человѣкъ).

d) **Нанесеніе линій желѣзныхъ дорогъ** по рекогносцировкамъ, начатымъ съ 1873 года. Окончена корректура линій: 1) Рыбинско-Бологовской (въ предѣлахъ Новгородской губерніи) на 1 листѣ и 2) Боровичской на 2 листахъ.

Продолжается корректура Грязе-Царицинской линіи на 2-хъ листахъ; (на 7-ми же листахъ она окончена).

(Временно занимались 2 человѣка).

2. **Исправленіе 2-хъ верстной карты окрестностей С.-Петербурга** (подъ редакціею полковника Андреева).

Продолжалось составленіе оригиналовъ измѣненій на .... 2 листахъ.

Продержана корректура гравюры на .... 4 »

(Временно занималось 3 человѣка).

3. **Иностранныя карты, воспроизводимыя для полевыхъ военно-топографическихъ складовъ.**

Исправленіе прежнихъ геліогравюрныхъ изданій по вновь полученнымъ листамъ карты Пруссіи, масштаба 1:100000, всего .... 45 листовъ.

При этомъ, изъ числа 45 геліогравюрныхъ досокъ, 4 доски, вслѣдствіе большихъ измѣненій, вновь воспроизведены геліогравюрою.

(Въ работѣ принимали участіе два человѣка).

4. **Исправленіе по новѣйшимъ свѣдѣніямъ прежнихъ изданій по Азіи** (подъ редакціею полковника Большева). Сюда вошли:

a) Карта Туркестанскаго Военнаго Округа, въ масштабѣ 40 вер. въ дюймѣ.

b) Карта Средней Азіи, въ масштабѣ 100 верстъ въ дюймѣ.

c) Карта Оренбургскаго края, въ масштабѣ 50 верстъ въ дюймѣ.

d) Карта квартирнаго расположенія войскъ въ Азіятской Россіи, въ масштабѣ 200 верстъ въ дюймѣ.

e) Карта Китая и Японіи (изъ атласа пяти частей свѣта) и друг.

(Означенными исправленіями занимались чины, исполнявшіе прочія работы на азіятскихъ изданіяхъ).

5. **Исправленія на картахъ изъ атласа пяти частей свѣта.**

Исправленія производились на .... 14 листахъ.

С. Особенныя и случайныя занятія чертежной.

Особенныя занятія чертежной, не относившіяся непосредственно къ текущимъ картографическимъ работамъ Военно-Топографическаго Отдѣла, представляли въ отчетномъ году, въ общей сложности, черченіе, исполненное на 3543 листахъ, въ томъ числѣ:

Для годоваго отчета Военно-Топографическаго Отдѣла и другихъ надобностей чертежной на	175 листахъ.
Для Высочайшихъ Особъ, начальствующихъ лицъ и правительственныхъ учрежденій на	562 »
Для Военно-Ученаго Комитета на	106 »
Для Штаба войскъ гвардіи и Петербургскаго военнаго округа отъиллюминовано картъ малыхъ и большихъ маневровъ на	2700 »
Итого	3543 листа.

(Во всѣхъ особенныхъ занятіяхъ чертежной разновременно принимало участіе до 30-ти человѣкъ).

Кромѣ собственно чертежныхъ работъ къ обязанностямъ чертежной относились: a) передача картъ и плановъ, для продажи, въ Географическій магазинъ Главнаго Штаба и наложеніе штемпеля на передаваемыя изданія, b) завѣдываніе Петербургскимъ полевымъ военно-топографическимъ Складомъ и c) наблюденіе за иллюминовкою и наклейкою картъ.

Иллюмнновка картъ.

Занимавшимися при чертежной 4-мя иллюминовщиками отъиллюминовано для Географическаго магазина Главнаго Штаба и по разнымъ служебнымъ требованіямъ	2721 листъ.
Нанесено линій желѣзныхъ дорогъ на	234 листахъ.
Кромѣ того эти-же чины принимали участіе въ иллюминовкѣ картъ для малыхъ и большихъ маневровъ подъ Краснымъ селомъ.	
Приложено штемпеля на	54115 »

Работы чертежной потребовали изъ суммъ Картографическаго заведенія слѣдующихъ расходовъ:

1) Вознагражденіе за редактированіе и составленіе картъ	617 руб.
2) Матеріаловъ на	270 » 29 коп.
3) Инвентарное имущество (111 руб.) и исправленіе его (9 руб.) случайный расходъ (33 руб. 40 коп.)	153 » 40 »
Итого	1040 руб. 69 коп.

II. По наклейной и переплетной.

Двумя переплетчиками и двумя наклейщиками исполнены слѣдующія работы:

1) Наклеено на коленкоръ и холстъ разныхъ картъ и плановъ	5498 листовъ.
2) Сдѣлано футляровъ къ картамъ	33 штуки.

3) Сдѣлано портфелей . . . . 93 штуки.
4) Переплетено въ корешокъ книгъ . . . . 111 »
5) Оброшюровано книгъ и тетрадей . . . . 71 »
6) Сдѣлано картоновъ для оригиналовъ картъ и для дѣлъ . . . . 41 »

Кромѣ того исполнялись разныя мелкія работы по надобностямъ Военно-Топографическаго Отдѣла и Главнаго Штаба.

Расходы по наклейной и переплетной были слѣдующіе:

1) Матеріалы . . . . 768 руб. 98 коп.
2) Задѣльная плата (141 р. 50 к.) и рабочая одежда (28 р.) . . . 169 » 50 »
3) Исправленіе инвентарнаго имущества (4 руб.) и случайный расходъ (93 руб. 80 коп.) . . . . 97 » 80 »

Итого . . . . 1036 руб. 28 коп.

III. По гравировальной.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ даны свѣдѣнія какъ о числѣ досокъ (а также литографическихъ камней), прошедшихъ чрезъ руки граверовъ, такъ и о выданной граверамъ задѣльной платѣ, дающей возможность судить о размѣрахъ работъ по каждому отдѣльному изданію.

Названіе картъ и характеръ работъ.	Число досокъ или камней, находившихся въ работѣ.	Стоимость работъ.	
		Рубли.	Коп.
I. По гравированію вновь.			
а) на мѣди.			
1. 3-хъ верстная топографическая карта:			
a) Заграничное пространство Пруссіи и Австріи	27	3295	62
b) Новгородская губернія	12	1004	5
c) Курляндія	1	115	—
d) Дополненіе неполныхъ восточныхъ листовъ по съёмкѣ Воронежской губерніи	4	124	—
2. 10-ти верстная спеціальная карта Европейской Россіи	19	3072	62
3. Военно-дорожная карта Европейской Россіи (заграничное пространство), масштабъ 25 верстъ въ дюймѣ	7	1192	13
4. Карта Азіятской Россіи, масштабъ 100 верстъ въ дюймѣ . .	8	1149	42
5. Карта квартирнаго расположенія войскъ въ Европейской Россіи, масштабъ 60 верстъ въ дюймѣ	4	572	34
6. Карта Персіи, масштабъ 20 верстъ въ дюймѣ	3	80	—
7. Планъ Гатчины	4	30	—
	89	10635	18

Названіе картъ и характеръ работъ.	Число досокъ или камней, находившихся въ работѣ.	Стоимость работъ.	
		Рубли.	Коп.
b) на камнѣ.			
8. Стратегическая карта Средней Европы, масшт. 40 вер. въ д.	10	996	27
9. Карта театра войны въ Европейской Турціи, 1877—78 годовъ, въ масштабѣ 40 верстъ въ дюймѣ.	3	700	82
10. Рисунки и чертежи обмундированія и снаряженія, служащіе приложеніями къ приказамъ по военному вѣдомству. (Работа, перешедшая къ Картографическому заведенію съ 1882 года, по упраздненіи Музеума Главнаго Интендантскаго Управленія).	23	460	—
11. Карта окрестностей С.-Петербурга новаго изданія, въ масштабѣ 1 верста въ дюймѣ	8	356	95
12. Карта Оренбургской степи, въ масшт. 20 верстъ въ дюймѣ	8	342	67
13. Карта этапныхъ трактовъ, въ масшт. 60 верстъ въ дюймѣ (для этапно-пересыльной части Главнаго Штаба)	4	80	—
14. Карта Азіятской Россіи, въ масшт. 100 верстъ въ дюймѣ (тушевка воды и проч.)	1	65	—
15. Условные знаки карты раіона маневровъ, новаго изданія. .	1	31	38
16. Карта мѣстности, занятой китайскими подданными въ Амурской области, въ масштабѣ 3 версты въ дюймѣ (тушевка и заливка).	1	25	—
17. Карта Черногоріи, въ масшт. 4 версты въ дюймѣ (тушевка)	4	23	95
	63	3082	4
Итого по гравированію вновь . .	152	13717	22
II. **По исправленію.**			
а) на мѣди.			
1. 3-хъ верстная топографическая карта:			
а) Царство Польское	12	673	—
b) Западныя и внутреннія губерніи.	18	497	54
c) Петербургская губернія (маневрный раіонъ)	3	493	22
2. 10-ти верстная специальная карта Европейской Россіи	29	1139	50
3. Карта окрестностей С.-Петербурга, въ масштабѣ 2 версты въ дюймѣ.	6	570	77
4. Военно-дорожная карта Европейской Россіи, въ масштабѣ 25 верстъ въ дюймѣ.	10	180	90

Названіе картъ и характеръ работъ.	Число досокъ или камней, находившихся въ работѣ.	Стоимость работъ. Рубли.	Коп.
5. Карта изъ атласа пяти частей свѣта..................	7	140	76
6. Карта Оренбургскаго края, въ масшт. 50 верстъ въ дюймѣ	2	100	—
7. Карта квартирнаго расположенія войскъ въ Европейской и Азіятской Россіи, масштабъ 80 и 200 верстъ въ дюймѣ...	3	61	74
8. Этапная карта, въ масштабѣ 60 верстъ въ дюймѣ.......	4	50	1
9. Заправка на галванопластическихъ доскахъ и другія мелкія ученическія работы.........................	—	930	—
	94	4837	44
b) на камнѣ.			
10. Карта окрестностей С.-Петербурга, новаго изданія, масштабъ 1 верста въ дюймѣ........................	21	809	68
11. Заливка на 10-ти верстной специальной картѣ Европейской Россіи...	16	520	50
12. Заливка на картахъ изъ атласа пяти частей свѣта и другихъ	24	223	60
13. Карта Азіятской Турціи, въ масштабѣ 20 верстъ въ дюймѣ	2	128	27
14. Планъ Ходынскаго поля, масштабъ 250 саженъ въ дюймѣ	2	64	85
15. Карта окрестностей С.-Петербурга, стараго изданія, масштабъ 1 верста въ дюймѣ....................	2	14	—
16. Дополненія и исправленія на переводахъ разныхъ картъ и другія мелкія работы.........................	—	675	60
	67	2436	50
Итого исправлено..........	161	7273	94
Всего исполнено гравировальныхъ работъ:			
на мѣди..........	183	15472	62
на камнѣ.........	130	5518	54
Итого.....................	—	20991	16
Роздано % денегъ за лучшія работы....................	—	2274	—
Итого израсходовано на работы	—	23265	16

Учебная гравировальная часть.

Содержаніе казенныхъ учениковъ . . . . 4144 руб. 43 коп.
Вознагражденіе преподавателямъ . . . . 1020 » — »
Учебныя пособія и классныя принадлежности . . . . 456 » 41 »

Итого на гравировальную школу . . . . . 5620 руб. 84 коп.

Исправленіе инвентарнаго имущества (28 руб. 90 коп.) и случайные расходы (271 руб. 54 коп.) . . . . 300 » 44 »

Всего на гравировальную часть израсходовано 29186 руб. 44 коп.

Въ теченіи 1882 года, на основаніи существующей табели, произведено было оцѣнокъ:

По гравировальнымъ работамъ на мѣди. 356
По литографическимъ работамъ. 187

Въ работахъ принимало участіе 79 человѣкъ (включая въ это число и 41 ученика), а именно:

	Граверовъ на мѣди. Собственно граверовъ.	Граверовъ на мѣди. Словорѣзовъ.	Граверовъ на мѣди. Знающихъ обѣ спеціальности.	Литографовъ.	Всего.
1. Классныхъ художниковъ	9	3	3*)	4	19
2. Неклассныхъ художниковъ	—	—	12	4	16
3. Вольныхъ и невходящихъ въ штатъ	1	1	—	1	3
4. Учениковъ { казенныхъ	—	—	24	9	41
4. Учениковъ { вольноприходящихъ	—	—	7	1	
Итого	10	4	46	19	79

Сумма въ 23265 руб. 16 коп., израсходованная собственно на гравировальныя работы, распредѣляется между художниками слѣдующимъ образомъ:

Заработки.	Граверовъ на мѣди. Собственно граверовъ. руб.	коп.	Словорѣзовъ. руб	коп.	Знающихъ обѣ спеціальности. руб.	коп.	Литографовъ. руб.	коп.	Всего. руб.	коп.
Классныхъ художниковъ	7504	60	1545	75	2222	89	1879	59	13152	83
Неклассныхъ художниковъ	—	—	—	—	4494	8	2293	29	6787	37
Вольныхъ и нештатныхъ	575	—	485	—	—	—	980	86	2040	86
Учениковъ	—	—	—	—	705	—	579	10	1284	10
Итого	8079	60	2030	75	7421	97	5732	84	23265	16

*) Одинъ изъ нихъ скончался въ самомъ началѣ года.

При этомъ распредѣленіи задѣльной платы средніе годовые заработки составили:

Средніе годовые заработки.	Граверовъ на мѣди.						Литографовъ.	
	Собственно граверовъ.		Слово-рѣзовъ.		Знающихъ обѣ спеціальности.			
	руб.	коп.	руб.	коп.	руб.	коп.	руб.	коп.
Классныхъ художниковъ	833	85	515	25	1098	45	470	—
Неклассныхъ художниковъ	—	—	—	—	374	57	573	32
Вольныхъ и нештатныхъ	575	—	485	—	—	—	980	86

IV. По печатной.

а) *Литографія.*

На 12 ручныхъ станкахъ, работавшихъ въ сложности 120 мѣсяцевъ (считая среднимъ числомъ въ мѣсяцъ 24 рабочихъ дня) и одной скоропечатной машинѣ, работавшей 6 мѣсяцевъ, исполнено работъ *):

1. Картъ и плановъ	казенныхъ	382928	оттисковъ
	частныхъ	62689	»
2. Записокъ и бланокъ	казенныхъ	33756	»
	частныхъ	24699	»
3. Пробъ и переводовъ	казенныхъ	23147	»
	частныхъ	7736	»
	Итого	534955	оттисковъ

Изъ этого числа на скоропечатномъ станкѣ отпечатано 123040 оттисковъ; слѣдовательно на скоропечатный станокъ приходилось въ день 854 оттиска, а на ручной 143.

Литографическихъ камней вышлифовано 5546.

*) Въ литографіи состояло:

казенныхъ печатниковъ и подручныхъ 21
вольнонаемныхъ подручныхъ 13

b) *Мѣднопечатная.*

На 3-хъ станкахъ, работавшихъ въ сложности 773 дня, отпечатано *):

1. Картъ и плановъ	казенныхъ	39274	оттиска
	частныхъ	9293	»
2. Пробъ и переводовъ		3386	оттисковъ
	Итого	51953	оттиска

Что составляетъ среднимъ числомъ 67 оттисковъ въ день на станокъ.

Означенное печатанье потребовало расходовъ:

	руб.	коп.
1. На матеріалы		
по литографіи	2375	53
» мѣднопечатной	883	41
Итого	3258	94
2. На бумагу		
по литографіи	4286	34
» мѣднопечатной	1842	90
Итого	6129	24
3. Жалованье вольнонаемнымъ подручнымъ и рабочимъ	2709	20
4. Задѣльная плата	2663	75
5. Постройка рабочей одежды	175	—
6. Исправленіе инвентарнаго имущества	129	75
7. Обвязочныхъ матеріаловъ (101 р.) и случайныхъ расходовъ (215 р. 68 к.)	316	68
Итого	5994	38
Всего израсходовано по печатной	15382	56

Слѣдовательно на каждый оттискъ (безъ различія) израсходовано матеріаловъ:

въ литографіи . . . . 0,44 коп.

въ мѣднопечатной . . . . 1,70 »

---

*) Въ мѣднопечатной состояло:

казенныхъ печатниковъ и подручныхъ . . . . 4 челов.

вольнонаемныхъ подручныхъ . . . . 6 »

Разлагая между оттисками дополнительный расходъ въ 5994 руб. 38 коп., получимъ полную стоимость (безъ печатной бумаги)

оттиска литографіи	1,46 коп.
оттиска мѣднопечатной	2,72 »

Вышеприведеннымъ числамъ оттисковъ картъ и плановъ (въ литографіи 445617 и въ мѣднопечатной 48567) отвѣчаетъ, при значительномъ развитіи хромолитографіи, слѣдующее число отпечатанныхъ листовъ:

	казенныхъ	частныхъ
въ литографіи	262967	37055
въ мѣднопечатной	35167	9293

Среднее число тисненій на каждый листъ составило:

	казенныхъ	частныхъ
въ литографіи	1,5	1,7
въ мѣднопечатной	1,1	1,0

Листы картъ и плановъ казеннаго печатанія получили слѣдующее назначеніе:

	Литографія.	Мѣднопечатная.
1. Передано въ Географическій магазинъ Главнаго Штаба*)	30757	19110
2. Передано въ разныя части и въ войска, для занятій мирнаго времени	52881	13557
3. Изготовлено рисунковъ обмундированія и проч., для приложенія къ приказамъ по Военному Вѣдомству (работа, перешедшая къ Картографическому заведенію по упраздненіи Музеума Главнаго Интендантскаго Управленія)	109749	—
4. Изготовлено для полевыхъ военно-топографическихъ складовъ	69580	2500
Итого	262967 лист.	35167 лист.

V. По фотографіи.

Шестью фотографами, при содѣйствіи шести мастеровъ, исполнено работъ:

		Число экземпл.	Число кв. дюйм.
1. Негативовъ	казенныхъ	792	234562
	частныхъ	568	128517
	Итого	1360	363079

*) Всего передано въ магазинъ съ листами прежняго печатанія, заимствованными изъ полеваго склада (2011 л.), равно какъ перечисленными изъ запаса, находящагося на коммисіи при Штабѣ Финляндскаго Военнаго Округа (2582 л.) — 54460 листовъ (въ томъ числѣ 345 безплатныхъ сборныхъ таблицъ) на сумму **19659** руб. **97** коп.

		Число экземпл.	Число кв. дюйм.
2. Позитивовъ	казенныхъ...........	1648	638335
	частныхъ.............	13114	787750
	Итого....	14762 *)	1,426085

На исполненіе сихъ работъ употреблено было матеріаловъ:

На негативы	1192 руб. 24 коп.
На позитивы	1656 » 15 »
Итого........	2848 руб. 39 коп.

Слѣдовательно квадратный дюймъ среднимъ числомъ обошелся:

Негатива въ......................	0,33 коп.
Позитива въ......................	0,12 »

Въ число прочихъ расходовъ фотографіи вошли:

На рабочую одежду (70 руб.) и задѣльную плату (792 руб. 82 коп.).....	862 руб. 82 коп.
На пріобрѣтеніе инвентарнаго имущества (въ томъ числѣ: станокъ для фотолитографическаго печатанья 375 руб.; стекла на 916 руб. 80 коп.; кюветки 174 руб. 19 коп.)..................................	1506 » 99 »
Исправленіе инвентарнаго имущества (82 руб. 50 коп.), электрическое освѣщеніе (85 руб.) и случайный расходъ (73 руб.)..............	240 » 50 »
Итого	2610 руб. 31 коп.

Слѣдовательно полный расходъ по фотографіи составилъ.............. 5458 руб. 70 коп.

Распредѣляя вышеуказанный дополнительный расходъ между негативами и позитивами, пропорціонально ихъ стоимости, получаемъ полную стоимость:

1 квадр. дюйма негатива	0,63 коп.
1 » » позитива	0,22 »

*) Въ означенное число включено: 6800 оттисковъ, исполненныхъ свѣтопечатнымъ способомъ и 1380 фотолитографическихъ оттисковъ, отпечатанныхъ, при фотографическомъ павильонѣ; но площадь сихъ оттисковъ не включена въ число кв. дюймовъ фотографическихъ позитивовъ. Расходъ на матеріалъ по печатанью означенныхъ оттисковъ составилъ 23 р. 50 к. Онъ отнесенъ къ расходамъ на позитивы.

VI. По галванопластикѣ

(съ геліогравюрою).

Втеченіе отчетнаго года тремя мастерами приготовлено 148 досокъ (въ томъ числѣ 4 доски по частнымъ заказамъ); изъ нихъ: 144 геліогравюрныя доски и 4 галванопластическія копіи, вѣсомъ 541 фунтъ.

На исполненіе сихъ работъ израсходовано:

1. Матеріаловъ	1202 руб. 21 коп.
2. На рабочую одежду (51 руб. 80 коп.), задѣльную плату (126 руб.) и случайный расходъ (35 руб. 95 коп.)	213 » 75 »
Всего израсходовано	1415 руб. 96 коп.

Слѣдовательно матеріальная стоимость одного фунта галванопластической мѣди составила	2 руб. 22 коп.
а полная стоимость	2 » 62 »

Расходы по дѣлопроизводству Картографическаго заведенія состояли изъ слѣдующихъ статей:

1. На канцелярскіе припасы	147 руб. 85 коп.
2. На укупорку и отправку картъ (въ томъ числѣ на отправку картъ въ полевые военно-топографическіе склады 121 руб. 45 коп.)	165 » 45 »
3. Случайные расходы	385 » 81 »
Итого	699 руб. 11 коп.

Сводя всѣ вышеисчисленные расходы Картографическаго заведенія за 1882 годъ, получаемъ слѣдующее ихъ распредѣленіе между отдѣльными частями заведенія:

Чертежная	1040 руб. 69 коп.
Наклейная и переплетная	1036 » 28 »
Гравировальная	29186 » 44 »
Печатная	15382 » 56 »
Фотографія	5458 » 70 »
Галванопластика и геліогравюра	1415 » 96 »
Дѣлопроизводство заведенія	699 » 11 »
Итого	54219 руб. 74 коп.

Для покрытія сихъ расходовъ Картографическое заведеніе располагало ассигнованіемъ на 1882 годъ въ размѣрѣ *)........................ 54672 руб.

Уменьшеннымъ на сумму .... 452 » 26 коп.

составляющую разность между стоимостью матеріаловъ, перешедшихъ на 1883 годъ и стоимостью остатка отъ 1881 года **).

Въ отчетномъ 1882 году въ Картографическое заведеніе поступило по частнымъ заказамъ и заведеніемъ же передано въ С.-Петербургское Губернское Казначейство, для причисленія къ государственнымъ доходамъ, по § 1 ст. 2 смѣты доходовъ Главнаго Штаба 1882 года, 8178 руб. 89 коп.

За израсходованіемъ, на исполненіе сихъ заказовъ, ассигнованныхъ по смѣтѣ 1882 года, 6872 рубля, Картографическое заведеніе доставило казнѣ, отъ исполненія частныхъ заказовъ, чистаго дохода, въ смѣтномъ году, 1306 руб. 89 коп.

Дѣлопроизводство и отчетность.

Въ теченіи 1882 года входящихъ бумагъ поступило...........		899
Изъ нихъ:		
Исполнено..................................	741	
Не исполнено...............................	2	
Принято къ свѣдѣнію........................	156	
Исходящихъ бумагъ въ 1882 году было..................		918
Итого......		1817
От прежнихъ лѣтъ осталось нерѣшенныхъ дѣлъ............		13
Въ 1882 году заведено дѣлъ...		24
Всего въ производствѣ было.....		37

*) Въ эту сумму входятъ:

1. По § 5 ст. 3 на составленіе и гравированіе картъ..........................	46000 руб.
2. По § 5 ст. 4 на устройство полевыхъ военно-топографическихъ складовъ...	1800 »
3. По § 1 ст. 2 на исполненіе частныхъ заказовъ..........................	6872 »
Итого	54672 руб.

	Остатокъ къ 1882 году.	Остатокъ къ 1883 году.
**) По наклейной	9 руб. 34 коп.	13 руб. 62 коп.
По печатной { бумага..................	1660 » 84 »	2333 » 85 »
По печатной { матеріалы............	165 » 82 »	175 » 99 »
По фотографіи........................	235 » 20 »	— » — »
Итого.......	2071 руб. 20 коп.	2523 руб. 46 коп.

Разность 452 руб. 26 коп.

Изъ нихъ:

Рѣшено къ концу года	24
Осталось нерѣшенныхъ къ 1883 году	13

Всѣ рѣшенныя дѣла сданы въ Архивъ.

Сверхъ того въ Картографическомъ заведенiи было составлено въ 1882 году:

Требовательныхъ вѣдомостей за гравированiе картъ	26
Требовательныхъ вѣдомостей на жалованье печатникамъ и граверньмъ ученикамъ	24
Списковъ на задѣльную плату чинамъ заведенiя	46
Требовательныхъ вѣдомостей на матерiалы	176
Оцѣночныхъ вѣдомостей	48
Авансовыхъ счетовъ	14
Ассигновокъ	214
Вѣдомостей о передачѣ картъ въ Географическiй магазинъ	9

Настольный реестръ входящихъ и исходящихъ бумагъ, описи бумагъ, находящихся въ дѣлахъ, общая опись дѣламъ и алфавиты ведутся заведенiемъ на основанiи существующихъ правилъ.

Отчетность.

Мѣсячныхъ отчетовъ по заведенiю было	12
Книгъ для записыванiя гравировальныхъ работъ	10
Книга для записыванiя частныхъ заказовъ въ 2-хъ экземплярахъ	1
Книга для записыванiя прихода и расхода матерiаловъ въ 2-хъ экземплярахъ	1
Инвентарь въ 2-хъ экземплярахъ	1

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.

ГЛАВА I.

Отчетъ по Канцеляріи Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба за 1882 годъ.

Личный составъ Корпуса Топографовъ.

Въ личномъ составѣ Корпуса Топографовъ въ 1882 году произошли слѣдующія перемѣны:

Наименованіе чиновъ.	Къ 1-му Января 1882 г.				Втечении года.		Къ 1-му Января 1883 г.			
	Полагается по штату.	Состоитъ по списку.	Находятся внѣ штата.	Находилось въ штатныхъ должностяхъ.	Прибыло.	Убыло.	Полагается по штату.	Состоитъ по списку.	Находятся внѣ штата.	Оставалось въ штатныхъ должностяхъ.
Генералъ-Лейтенантовъ	—	1	—	1	—	—	6	1	—	1
Генералъ-Маіоровъ	6	7	1	6	—	1	—	6	—	6
Итого	6	8	1	7	—	1	6	7	—	7
Полковниковъ	26	22	5	17	1	1	26	22	5	17
Подполковниковъ		8	1	7	4	1		11	1	10
Итого	26	30	6	24	5	2	26	33	6	27
Капитановъ	24	28	2	26	1	6	24	23	1	22
Штабсъ-Капитановъ	—	67	2	65	6	3	—	70	2	68
Поручиковъ	—	29	2	27	10	7	—	32	5	27
Подпоручиковъ	—	20	1	19	7	10	—	17	—	17
Прапорщиковъ	—	4	—	4	3	1	—	6	—	6
Итого	—	148	7	141	27	27	—	148	8	140

Наименованіе чиновъ.	Къ 1-му Января 1882 г. Полагается по штату.	Состоитъ по списку.	Находятся внѣ штата.	Находилось въ штатныхъ должностяхъ.	Втеченіи года. Прибыло.	Убыло.	Къ 1-му Января 1883 г. Полагается по штату.	Состоитъ по списку.	Находятся внѣ штата.	Оставалось въ штатныхъ должностяхъ.
Коллежскихъ Совѣтниковъ....	—	3	—	3	3	2	—	4	—	4
Надворныхъ Совѣтниковъ.....	—	8	—	8	6	3	—	11	—	11
Коллежскихъ Асессоровъ.....	—	34	—	34	1	7	—	28	—	28
Титулярныхъ Совѣтниковъ. ..	—	75	2	73	22	3	—	94	2	92
Коллежскихъ Секретарей.....	—	51	—	51	2	22	—	31	—	31
Губернскихъ Секретарей.....	—	33	—	33	21	2	—	52	—	52
Коллежскихъ Регистраторовъ..	—	31	—	31	3	22	—	12	—	12
Итого....	—	235	2	233	58	61	—	232	2	230
Оберъ-офицеровъ и классныхъ топографовъ. Всего.......	367	383	9	374	85	88	367	380	10	370
Армейской пѣхоты:										
Подполковниковъ...........	—	2	—	2	1	—	—	3	—	3
Маіоровъ.................	—	4	—	4	—	1	—	3	—	3
Капитановъ....	—	7	—	7	—	—	—	7	—	7
Подпоручиковъ.............	—	1	—	1	—	—	—	1	—	1
Итого....	—	14	—	14	1	1	—	14	—	14
Классныхъ чиновниковъ:										
Коллежскихъ Асессоровъ.....	—	1	—	1	—	—	—	1	—	1
Губернскихъ Секретарей.....	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1
Коллежскихъ Регистраторовъ..	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—
Итого....	—	2	—	2	1	1	—	2	—	2
Топографовъ юнкеровъ.......	40	40	—	40	15	15	40	40	—	40
» унтеръ-офицеровъ	38	26	—	26	17	9	38	34	—	34
» рядовыхъ......	38	47	—	47	23	25	38	45	—	45
Итого....	116	113	—	113	55	49	116	119	—	119
Всего......	539	550	18	532	147	142	539	555	16	539

Втеченіе отчетнаго года произведено:

Изъ Полковниковъ въ Генералъ-Маіоры	1
» Маіоровъ арміи въ Подполковники	1
» Капитановъ Корпуса Топографовъ въ Подполковники	2
» Штабсъ-Капитановъ въ Капитаны	4
» Поручиковъ въ Штабсъ-Капитаны	6
» Подпоручиковъ въ Поручики	9
» Прапорщиковъ въ Подпоручики	3
» Надворныхъ Совѣтниковъ въ Коллежскіе Совѣтники	3
» Коллежскихъ Асессоровъ въ Надворные Совѣтники	2
» Титулярныхъ Совѣтниковъ въ Коллежскіе Асессоры	2
» Коллежскихъ Секретарей въ Титулярные Совѣтники	13
» Губернскихъ Секретарей въ Коллежскіе Секретари	16
» Коллежскихъ Регистраторовъ въ Губернскіе Секретари	13
» Топографовъ Юнкеровъ въ Подпоручики (Училища)	7
» » » въ Прапорщики	3
» Унтеръ-офицеровъ въ Коллежскіе Регистраторы	4
» Юнкеровъ рядоваго званія въ Унтеръ-офицеры	13
Всего	102

Затѣмъ въ годовой періодъ дѣйствительно прибыло въ Корпусъ и убыло изъ Корпуса:

По какимъ случаямъ.	Генераловъ.	Штабъ-офицеровъ.	Оберъ-офицеровъ.	Оберъ-офицеровъ армейской пѣхоты.	Топографовъ. Классныхъ.	Топографовъ. Унтеръ-офицеровъ.	Топографовъ. Рядовыхъ.	Итого.
Прибыло:								
Переводомъ	—	—	—	—	—	—	4	4
Вольноопредѣляющихся	—	—	—	—	—	—	30	30
Изъ запаса	—	—	—	—	—	—	—	—
» отставки	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого	—	—	—	—	—	—	34	34
Убыло:								
Исключено умершими	—	1	3	—	2	1	1	8
Переведено въ армію и др. управл. воен. вѣд.	—	—	2	—	—	2	9	13
Увольненіемъ отъ службы	1	—	—	—	4	—	—	5
Въ запасъ	—	—	—	—	—	1	2	3
Итого	1	1	5	—	6	4	12	29

Дѣлопроизводство.

Бумагъ къ 1-му Января 1882 года оставалось неисполненныхъ...	5
Втеченіе 1882 года вновь поступило......................	2377
Итого......	2382
Изъ этого числа:	
Исполнено..	1826
Принято къ свѣдѣнію....................................	548
Осталось къ 1-му Января 1883 года......................	8
Исходящихъ бумагъ было.................................	2783
Въ числѣ исходящихъ бумагъ заключалось:	
Всеподданнѣйшихъ докладовъ и представленій въ Военный Совѣтъ	14
За подписью Военнаго Министра..........................	17
» Начальника Главнаго Штаба...............	40
Сверхъ того составлено:	
Приказовъ по Корпусу Военныхъ Топографовъ..............	183
» по Военно-Топографическому Отдѣлу Главнаго Штаба	60
Ассигновокъ..	150
Всего же въ производствѣ входящихъ и исходящихъ бумагъ было	5558
Дѣлъ къ 1-му Января 1882 года оставалось нерѣшенныхъ......	54
Вновь въ 1882 году заведено............................	164
Итого......	218
Изъ нихъ рѣшено втеченіе года..........................	163
Осталось нерѣшенныхъ къ 1-му Января 1883 года...........	55

ГЛАВА II.

ОТЧЕТЪ ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ ВОЕННО-ТОПОГРАФИЧЕСКАГО ОТДѢЛА ГЛАВНАГО ШТАБА.

Дѣятельность Геодезическаго отдѣленія, по примѣру прежнихъ лѣтъ, заключалась:

а) **Въ организаціи и направленіи работъ, состоящихъ въ непосредственномъ вѣдѣніи Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба** — выработано предположеніе на 1882 годъ о полевыхъ работахъ чиновъ корпуса военныхъ топографовъ и сдѣлано распредѣленіе чиновъ по работамъ.

б) **Въ составленіи смѣтъ и отчетовъ о всѣхъ работахъ, производимыхъ въ Россіи чинами Корпуса военныхъ топографовъ** — исчислены смѣты по всѣмъ работамъ, проектированнымъ на 1882 годъ, въ размѣрѣ 256500 руб. по § 8 смѣты Главнаго Штаба и по Интендантской смѣтѣ въ предѣлахъ дѣйствительной надобности. (Отчеты о работахъ, исполненныхъ въ 1882 году, изложены выше въ части 1-й).

в) **Въ составленіи Продолженія къ каталогу тригонометрическихъ и астрономическихъ пунктовъ, изданія 1863 года** — составлены краткіе историческіе очерки работъ, произведенныхъ въ Европейской и Азіятской Россіи съ 1863 по 1875 годъ; остается критически оцѣнить частные каталоги, имѣющіеся въ Отдѣленіи и привести ихъ въ связь съ Каталогомъ изданія 1863 года; дѣятельность по сему предмету въ отчетномъ году пріостановлена за смертью генеральнаго штаба полковника Емельянова, которому сія работа была поручена.

г) **Въ изданіи «Записокъ Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба»** — изданъ XXXVIII томъ Записокъ въ 40 печатныхъ листовъ; въ немъ помѣщены отчеты о работахъ за истекшее время и монографіи нашихъ геодезистовъ по вопросамъ, касающимся изученія, въ геодезическомъ и топографическомъ отношеніяхъ, поверхности земнаго шара вообще и Россійской имперіи въ частности.

д) **Въ поддержаніи связи съ различными учеными и учрежденіями, посредствомъ обмѣна своими изданіями и трудами** — получено въ даръ 20 сочиненій астрономо-геодезическаго содержанія, въ замѣнъ которыхъ высылаются «Записки Отдѣла»; Геодезическое отдѣленіе выписываетъ 6 періодическихъ изданій и пріобрѣтаетъ покупкою спеціальныя сочиненія; «Записки Отдѣла» разсылаются безвозмездно различнымъ лицамъ и учрежденіямъ въ числѣ около 150 экземпляровъ; Военно-Топографическій Отдѣлъ Главнаго Штаба находится въ постоянныхъ сношеніяхъ съ Европейскимъ градуснымъ измѣреніемъ черезъ посылку сему послѣднему краткихъ описаній своихъ работъ, спеціально для сей цѣли, составляемыхъ въ Геодезическомъ отдѣленіи.

е) **Въ исполненіи различныхъ случайныхъ работъ** — обработанъ журналъ наблюденій по тріангуляціи окрестностей Константинополя; вычислена часть наблюденій по телеграфному опредѣленію разности долготъ Кишиневъ — Николаевъ; собраны и частью обработаны наблюденія надъ

высотою воды въ нѣкоторыхъ портахъ Балтійскаго моря и произведены сравненія нивеллирныхъ реекъ.

ж) **Въ работахъ по исправленію и изготовленію вновь топографическихъ и геодезическихъ инструментовъ** — въ механической мастерской, состоящей при Геодезическомъ отдѣленіи, изготовлено вновь 30 и исправлено 409 инструментовъ различныхъ наименованій; выписаны изъ заграницы 2 картометра, 1 курвометръ и 2 универсальныхъ инструмента; пріобрѣтено отъ русскихъ механиковъ 24 инструмента. По каталогамъ Инструментальнаго кабинета, къ 1-му Января 1882 года значилось разныхъ инструментовъ 5583; въ теченіи года поступило вновь 59, исключено по разнымъ причинамъ и за негодностью 46; затѣмъ къ 1-му Января 1883 года значится 5596 инструментовъ.

з) **Въ дѣлопроизводствѣ** — въ теченіи 1882 года поступило: входящихъ бумагъ 473; исходящихъ 223; ассигновокъ, телеграммъ и разныхъ записокъ 222, а всего 918 нумеровъ.

Къ 1-му Января 1882 года оставалось нерѣшенныхъ дѣлъ 34, въ теченіи года вновь заведено 17, всего находилось въ производствѣ 51; изъ нихъ къ концу года рѣшено 15, затѣмъ осталось нерѣшенныхъ къ 1-му Января 1883 года 36 дѣлъ.

ГЛАВА III.

ОТЧЕТЪ ПО ВОЕННО-ТОПОГРАФИЧЕСКОМУ УЧИЛИЩУ И УЧЕБНОЙ КОМАНДѢ ТОПОГРАФОВЪ

за 1882 годъ.

Учебный курсъ 1881—82 года, начатый въ половинѣ Сентября 1881 года, продолжался до половины Марта 1882 года, послѣ чего были произведены юнкерамъ Училища экзамены, а 10 Мая они были отправлены на практическія работы, на которыхъ находились до половины Сентября.

Результаты экзаменовъ, въ совокупности съ успѣхами на полевыхъ работахъ, выразились слѣдующими цифрами.

Изъ 11-ти юнкеровъ старшаго класса *одинъ* переведенъ въ войска, а изъ остальныхъ, 10 человѣкъ удостоены производства въ офицеры по первому разряду и 3 по второму.

Изъ 15-ти юнкеровъ средняго класса переведено въ старшій классъ 13 человѣкъ, а двое по болѣзни оставлены еще на годъ въ среднемъ классѣ.

Изъ 14-ти же юнкеровъ младшаго класса двое переведены въ войска, трое по болѣзни оставлены еще на годъ въ младшемъ классѣ, а остальные 9-ть человѣкъ переведены въ средній классъ.

Практическія работы производились въ Ямбургскомъ уѣздѣ С.-Петербургской губерніи. Дабы не вводить въ раіонъ съёмки болотистыхъ низменностей, снимаемое пространство раздѣлено на двѣ половины: одна часть, начинаясь отъ Балтійской желѣзной дороги, на С. В. отъ города Ямбурга, сперва по мало волнистой возвышенности постепенно переходитъ въ значительные береговые склоны около селеній Копорскаго и Котловъ и далѣе продолжается по сильно изрѣзаннымъ береговымъ покатостямъ озера Глубокаго; другая же часть тянется къ западу отъ гор. Ямбурга по обоимъ берегамъ р. Луги.

Результаты работъ заключались въ слѣдующемъ:

1. **По топографической съёмкѣ.**

а) Снято *инструментально:*	
Въ масштабѣ 250 саженъ въ дюймѣ, съ проведеніемъ горизонталей чрезъ каждыя двѣ сажени	480 кв. верстъ
Въ масштабѣ 100 саженъ въ дюймѣ съ горизонталями чрезъ каждую сажень	30 » »
б) *Полуинструментально*, по масштабу 1 верста въ дюймѣ	270 » »
в) *Глазомѣрно*, по масштабу 250 саженъ въ дюймѣ	265 » »

2. **По нивеллированію.**

Пройдено нивеллиромъ по проселочнымъ дорогамъ 114 верстъ. Основаніемъ служила точка на ст. Веймарнъ, опредѣленная нивеллирною экспедиціею по Балтійской желѣзной дорогѣ.

3. **По геодезическимъ работамъ.**

Для учебной тріангуляціи были выставлены 6 пирамидъ, изъ которыхъ двѣ на концахъ базиса и 4 для распространенія тріангуляціи. Базисъ вблизи с. Крестово, длиною въ 560 саженъ, измѣренъ по натянутой проволокѣ два раза.

Личный составъ обучающихся.

Къ 1-му Января 1882 года юнкеровъ состояло	40
Прибыло: вновь поступило изъ окончившихъ курсъ реальныхъ училищъ	9
изъ военныхъ гимназій	1
изъ топографовъ	4
Итого	14

Убыло: производствомъ въ офицеры		10
переводомъ въ войска		2
» » топографы		1
» » Инженерное училище		1
	Итого	14
Къ 1-му Января 1883 года состояло		40

Высочайшимъ приказомъ по Военному Вѣдомству отъ 23 Сентября 1882 года произведены по экзамену со старшинствомъ, на основаніи 31 ст. положенія о Военно-Топографическомъ Училищѣ юнкера: *Чижиковъ*, *Филоновъ*, *Дементьевъ*, *Сѣсицкій*, *Новиковъ* и *Поцапай* въ подпоручики, *Эттингеръ*, *Гольмъ* и *Сивцовъ* въ прапорщики, всѣ девять въ Корпусъ Военныхъ Топографовъ; юнкеръ *Безпаловъ* въ сотники, въ 1-й Урупскій конный полкъ Кубанскаго Казачьяго войска.

На пріемные экзамены явилось молодыхъ людей 52, изъ нихъ окончившихъ курсъ среднихъ учебныхъ заведеній 27 и не окончившихъ этого курса 25, въ числѣ которыхъ находилось 7 топографовъ. По конкурсному экзамену выдержавшихъ экзаменъ оказалось 20, изъ нихъ по числу вакансій принято въ Училище, изъ числа окончившихъ курсъ среднихъ учебныхъ заведеній 10 и топографовъ 3.

Учебная команда Военныхъ Топографовъ.

Къ 1-му Января 1882 года состояло въ командѣ топографовъ	47	челов. *)
Въ томъ числѣ: старшаго класса	15	»
младшаго класса	32	»
Въ теченіи года убыло:		
Производствомъ въ унтеръ-офицеры	15	»
Перечисленіемъ въ запасъ арміи	3	»
Переводомъ въ войска и управленія	6	»
Итого	24	челов.
Прибыло:		
Поступленіемъ на правахъ вольноопредѣляющихся 3 разряда	14	челов.
Зачисленіемъ изъ запаса арміи	1	»
Переводомъ изъ войскъ	3	»
Зачисленіемъ изъ воспитанниковъ военныхъ прогимназій	3	»
Итого	21	челов.
Затѣмъ къ 1-му Января 1883 года состоитъ	44	челов. **)

*) Въ томъ числѣ 9 своекоштныхъ.

**) Въ томъ числѣ 5 своекоштныхъ и 1 болгарскій уроженецъ.

Курсъ ученія начался съ 1-го Ноября 1881 года и продолжался въ старшемъ классѣ до половины Марта и въ младшемъ до первыхъ чиселъ Апрѣля.

По экзамену познанія топографовъ старшаго класса оказались весьма удовлетворительными и всѣ они (15 челов.) произведены въ унтеръ-офицеры съ назначеніемъ на топографическія работы, непосредственно подвѣдомственныя Военно-Топографическому Отдѣлу Главнаго Штаба.

По экзамену топографовъ младшаго класса, восемь изъ нихъ, бывшіе уже на съёмкѣ и оказавшіе въ ней достаточныя познанія, были переведены въ старшій классъ, а двоимъ, не выдержавшимъ экзамена, предоставлено право переэкзаменоваться осенью, по возвращеніи со съёмки, чѣмъ воспользовался только одинъ, такъ какъ другой, по причинѣ тяжкой болѣзни, вскорѣ послѣ весеннихъ экзаменовъ былъ отправленъ въ госпиталь, въ которомъ остался до начала 1883 года.

16 Апрѣля учебная команда, въ составѣ 1-го оберъ-офицера, завѣдывающаго оною, 3-хъ учителей съёмки и черченія и 28-ми топографовъ, выѣхала на практическую съёмку въ уѣзды Рѣжицкій и Люцинскій Витебской губерніи.

Топографами учебной команды, въ теченіи 180 дней, произведены слѣдующія работы:

1. **Инструментальная съёмка.** Въ масштабѣ 100 саженъ въ дюймѣ, при сѣченіи горизонталей черезъ 1 сажень, снято	34,3 кв. верстъ
Въ масштабѣ 250 саженъ въ дюймѣ, при сѣченіи горизонталей черезъ 2 сажени, снято	366,0 » »
2. **Полуинструментальная съёмка.** Въ масштабѣ 500 саженъ въ дюймѣ, при сѣченіи горизонталей черезъ 5 саженъ, снято	44 » »
Въ масштабѣ 250 саженъ въ дюймѣ *), при сѣченіи горизонталей черезъ 2 сажени, снято	56 » »
3. **Глазомѣрная съёмка.** Въ масштабѣ 500 саженъ въ дюймѣ, снято	50 » »
4. **Нивеллировка.** Топографами старшаго класса пронивеллировано	65,5 верстъ
Всего же снято топографами обоихъ классовъ въ разныхъ масштабахъ, инструментально, полуинструментально и глазомѣрно	550 кв. верстъ

По возвращеніи 13-го Октября съ полевыхъ работъ въ С.-Петербургъ, топографы приступили къ вычерчиванію своихъ полевыхъ брульоновъ, а съ 25-го Октября открытъ учебный курсъ.

---

*) Этотъ масштабъ былъ принятъ для однообразія при окончаніи раіона, который за убылью 3-хъ топографовъ старшаго класса не могъ быть заснятъ инструментально.

ГЛАВА IV.

Географическій магазинъ Главнаго Штаба.

Къ 1-му Января 1882 года состояло на лицо:			
Картъ и плановъ 143300 листовъ и 630 книгъ на сумму............	52840	руб. 96	коп.
Въ теченіи 1882 года вновь поступило:			
Картъ и плановъ 57841 листъ и 22 книги на сумму................	20302	» 4	»
Въ теченіи отчетнаго года продано:			
Картъ и плановъ 34292 листа и 18 книгъ на сумму................	10881	» 58	»
Исключено по предписаніямъ:			
Картъ и плановъ 12916 листовъ на сумму......................	5733	» 80	»
Затѣмъ къ 1-му Января 1883 года осталось на лицо:			
Картъ и плановъ 153933 листа и 634 книги на сумму..............	56527	» 62	»
Въ 1882 году изъ Географическаго магазина Главнаго Штаба поступило въ государственный доходъ всего..........................	8246	» 59	»

I.

Хронометрическія экспедиціи, произведенныя въ 1875, 1876, 1877, 1878 и 1881 гг. полковниками Лебедевымъ и Бонсдорфомъ и подполковникомъ Солимани, въ Тургайской и Уральской областяхъ.

Составили **М. Н. Лебедевъ** и **А. Р. Бонсдорфъ.**

ГЛАВА I*).

Еще до образованія Оренбургскаго Военно-Топографическаго Отдѣла въ шестидесятыхъ годахъ, при Штабѣ бывшаго Отдѣльнаго Оренбургскаго Корпуса была составлена десятиверстная, такъ называемая *специальная* карта всего Оренбургскаго Края.

Матеріаломъ для составленія этой карты послужили всѣ топографическія и астрономическія работы, произведенныя въ краѣ. Всѣ другія карты края меньшихъ масштабовъ составлены были по этой же картѣ, за исключеніемъ лишь различныхъ контуровъ и населенныхъ пунктовъ, въ зависимости отъ масштаба и цѣли составляемой карты. Такимъ образомъ специальная карта представляла собою полный сводъ имѣвшихся картографическихъ матеріаловъ о краѣ.

Оставляя въ сторонѣ общую оцѣнку всей этой карты, нужно сказать, что та ея часть, которая относится къ Уральской и Тургайской областямъ, была составлена на основаніи слѣдующихъ матеріаловъ.

На пространствѣ обѣихъ областей, представляющихъ свыше 80,000 квадратныхъ верстъ, имѣлось всего не болѣе 60-ти астрономическихъ пунктовъ, расположенныхъ по тремъ направленіямъ:

---

*) Въ этой монографіи II и I главы написаны полковникомъ Лебедевымъ, III и IV главы полковникомъ Бонсдорфомъ.

1) Отъ Оренбурга вдоль рѣкъ Бердянки, Илека и Темира, чрезъ бывшее Эмбенское укрѣпленіе къ Аральскому морю и вдоль его западнаго берега.

Эти опредѣленія произведены К. Струве въ 1858 году во время слѣдованія нашей миссіи изъ Оренбурга въ Хиву и Бухару. Экспедиція была произведена въ продолженіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ, при небольшомъ числѣ карманныхъ хронометровъ. Географическія цѣли достигались попутно съ исполненіемъ дипломатической миссіи; поэтому достоинство результатовъ этой экспедиціи весьма не значительно.

2) Отъ Орска чрезъ Уральское укрѣпленіе (г. Иргизъ) и колодцы Терекли къ Казалинску.

3) Отъ Уральскаго укрѣпленія чрезъ Оренбургское укрѣпленіе (г. Тургай) къ укрѣпленію Улутау, лежащему въ предѣлахъ Сибирскаго Генералъ-Губернаторства.

Обѣ послѣднія экспедиціи произведены въ 1849 году г. Леммомъ, нри весьма продолжительныхъ рейссахъ.

Все пространство, лежащее къ Западу отъ пути слѣдованія г. Струве, вплоть до Урала было вовсе лишено пунктовъ, если не считать двухъ пунктовъ внутри степи, опредѣленныхъ въ тридцатыхъ годахъ, очень несовершенными способами и оказавшимися не вѣрными болѣе нежели на десять верстъ.

На границѣ Киргизской степи, въ Уральскомъ и Оренбургскомъ казачьихъ войскахъ, по рѣкамъ Уралу и Уго, было опредѣлено въ разное время нѣсколько казачьихъ форпостовъ различными наблюдателями (Вишневскій, Васильевъ, Леммъ, Некрасовъ). Нѣкоторые изъ этихъ опредѣленій не внушали къ себѣ довѣрія.

Нельзя не признать, что этихъ основныхъ пунктовъ было слишкомъ мало для составленія десятиверстной карты.

Съемочный матеріалъ карты состоялъ изъ двухъверстной полуинструментальной съемки въ сѣверной части степи и изъ пятиверстной рекогносцировки въ южной части. Обѣ съемки производились на протяженіи многихъ сотенъ верстъ безъ всякихъ опорныхъ пунктовъ, безъ составленія даже общей геометрической сѣти и часто отдѣльными частями по теченіямъ рѣкъ, безъ всякой системы и контроля въ производствѣ работъ. Такой матеріалъ, даже при надежныхъ основныхъ пунктахъ, могъ бы послужить только для составленія карты не крупнѣе двадцативерстнаго масштаба. Такимъ образомъ спеціальная карта Оренбургскаго Края не отвѣчала достоинствомъ положенныхъ въ основаніе ея матеріаловъ своему масштабу; къ семидесятымъ годамъ кромѣ того она уже устарѣла, какъ въ отношеніи основныхъ пунктовъ, такъ и съемочнаго матеріала.

А) Въ отношеніи основныхъ пунктовъ.

1) Въ началѣ шестидесятыхъ годовъ по южнымъ предѣламъ Оренбургской губерніи проведена тріангуляція, вошедшая въ составъ градуснаго измѣренія дуги паралели 52°; этой тріангуляціей опредѣлено до двадцати пунктовъ въ самой Киргизской степи и вообще дано прочное основаніе для постановки на картахъ сѣверной границы степи на протяженіи до трехъ сотъ верстъ.

2) Вся территорія Оренбургскаго казачьяго войска покрыта полковникомъ Лебедевымъ съ 1869 по 1873 годъ первоклассною сѣтью, доставившею нѣсколько десятковъ пунктовъ въ

Киргизской степи и вообще установившею сѣверную ея границу на всемъ протяженіи до западной Сибири.

3) Въ 1868, 1870 и 1871 годахъ полковникомъ Тилло произведены два рейса отъ Орска къ Казалинску и обратно, и поѣздка изъ Оренбурга чрезъ Уильское укрѣпленіе, Эмбенскій постъ, г. Иргизъ и Тургай къ Орску. Обѣ поѣздки, доставившія положеніе около 30 пунктовъ, произведены съ вертикальнымъ кругомъ и 12-ю столовыми хронометрами. Хотя послѣдняя поѣздка, разбивающаяся въ г. Иргизѣ на два рейсса, была довольно продолжительна, но по обилію хронометровъ всѣ опредѣленные пункты могутъ считаться основными для производства дальнѣйшихъ опредѣленій въ степи.

4) Въ Уральскомъ войскѣ вдоль рѣки Урала въ 1872 году капитаномъ Солимани опредѣлено астрономически до 20-ти пунктовъ тоже при помощи вертикальнаго круга и 12-ти столовыхъ хронометровъ. Такимъ образомъ и западная граница Киргизской степи получила надежное опредѣленіе.

5) Въ Николаевскомъ уѣздѣ Тургайской области съ 1872 года начаты полковникомъ Лебедевымъ ежегодныя опредѣленія пунктовъ, для производившейся тамъ верстовой съемки. Опредѣленія производились вертикальнымъ кругомъ и 12-ю хронометрами, притомъ изъ самыхъ непродолжительныхъ рейссовъ между пунктами тріангуляціи Оренбургскаго казачьяго войска и въ разстояніяхъ верстъ тридцати между собою.

6) Независимо этихъ основныхъ пунктовъ, въ 1871 году капитанъ Солимани произвелъ поѣздку между г. Иргизомъ и Эмбенскимъ постомъ чрезъ пески Барсуки и западный берегъ Аральскаго моря. Поѣздка была довольно продолжительна и наблюденія производились Писторовымъ кругомъ и четырьмя столовыми хронометрами.

7) Имъ же въ 1873 году опредѣлено до 15-ти пунктовъ по берегу Аральскаго моря и въ предѣлахъ Хивинскаго ханства.

Всѣ эти опредѣленія выказали неудовлетворительность спеціальной карты Оренбургскаго края самымъ нагляднымъ образомъ.

Вдоль западнаго берега Аральскаго моря разногласіе карты съ новыми опредѣленіями достигаетъ семи верстъ, въ тѣхъ же частяхъ степи, гдѣ прежде вовсе не было астрономическихъ опредѣленій, разногласія доходятъ до десяти и даже до четырнадцати верстъ, напримѣръ по теченію рѣки Тобола.

В) **Въ отношеніи съемочнаго матеріала.**

Со времени производства съемокъ, легшихъ въ основаніе спеціальной карты (сороковыхъ и пятидесятыхъ годовъ), въ Киргизской степи появились наши укрѣпленія, былъ завоеванъ и присоединенъ къ Россіи весь Туркестанскій край, начались ежегодныя отправленія войскъ и транспортовъ изъ Оренбурга въ степныя укрѣпленія и Ташкентъ, развилась караванная торговля, появились въ изобиліи въ сѣверной части степи зимовки киргизъ, представляющія вдоль рѣкъ многочисленные, осѣдлые, постоянные пункты жительства съ деревянными постройками. Кромѣ того многія урочища перемѣнили свои физическія свойства: нѣкоторые лѣса почти истреблены, многіе озера и источники пересохли и въ замѣнъ ихъ появились новые, съ проложеніемъ

новыхъ путей нѣкоторые старые колодцы заброшены, количество подножнаго корма и топлива по направленію путей тоже измѣнилось. Однимъ словомъ помимо неудовлетворительности изображенія данныхъ на старыхъ съемкахъ и самыя данныя эти во многомъ существенно измѣнились. Вслѣдствіе этого, когда съ введеніемъ новаго положенія въ 1869 г., въ степи начались волненія между киргизами и пришлось посылать каждогодно многочисленные мелкіе отряды по всѣмъ направленіямъ, недостатки специальной карты вполнѣ обнаружились и вызвали многочисленныя жалобы со стороны войскъ, ибо составляемые маршруты оказывались вполнѣ неудовлетворительными.

Такимъ образомъ явилось сознаніе въ необходимости исправленія специальной карты. Конечно если бы астрономическія основанія карты были достаточны, то возможно было бы исправить ея детали, произведя лишь новыя съемки. Но такъ какъ и самыя основанія карты оказывались недостаточными, то оставалось составить совершенно новую карту.

Такъ какъ масштабъ карты находится въ опредѣленной зависимости отъ качества съемочнаго матеріала, и для десятиверстной карты необходима съемка, по крайней мѣрѣ, верстоваго масштаба, а производство такой съемки на пространствѣ всей степи являлось совершенно невозможнымъ по различнымъ соображеніямъ; то рѣшено было, не предпринимая новой сплошной съемки, произвести съемки маршрутныя, при помощи мензулы въ двухъ верстномъ масштабѣ по всѣмъ путямъ находящимся въ степи и, установивъ ихъ между основными астрономическими пунктами, остальное пространство заполнить со старыхъ съемокъ.

Для самой же карты выбранъ двадцативерстный масштабъ, какъ наиболѣе соотвѣтствующій достоинству матеріала и вполнѣ согласный съ характеромъ карты, предназначавшейся служить маршрутною для войскъ.

Для выполненія этого плана, начиная съ 1870 года при всякомъ самомъ незначительномъ отрядѣ, отправляющемся въ степь, командировались топографы для производства съемки и подробнаго топографическаго описанія пути, относительно его удобства для движенія по обилію воды, подножнаго корма и топлива на мѣстахъ ночлега. Къ 1875 г. всѣ пути были сняты заново.

Что касается астрономическихъ основныхъ пунктовъ, то хотя ихъ, послѣ составленія специальной карты, было опредѣлено вновь около двухсотъ, но количество это оказалось недостаточнымъ, главнымъ образомъ потому, что пункты распредѣлялись неравномѣрно по всей территоріи. Имѣлось въ виду по возможности по всѣмъ путямъ, по которымъ произведены вновь маршруты, произвести и опредѣленія астрономическихъ пунктовъ, что дало бы возможность употребить съ наибольшею пользою для карты весь новый съемочный матеріалъ.

Сообразно съ вышеизложеннымъ, начальникомъ Оренбургскаго Военно-Топографическаго Отдѣла полковникомъ Лебедевымъ былъ составленъ слѣдующій проектъ хронометрическихъ рейссовъ:

1-й рейссъ. Отъ форта Карабутакъ до укрѣпленія Актюбя съ опредѣленіемъ трехъ промежуточныхъ пунктовъ. Разстояніе между основными пунктами 200 верстъ.

2-й рейссъ. Отъ Актюбя къ Уильскому укрѣпленію, съ опредѣленіемъ трехъ пунктовъ. Разстояніе 250 верстъ.

3-й рейссъ. Отъ укрѣпленія Актюбя до г. Орска, съ опредѣленіемъ трехъ промежуточныхъ пунктовъ. Разстояніе между основными пунктами 150 верстъ.

4-й рейссъ. Отъ г. Орска караванною дорогою къ г. Тургаю съ опредѣленіемъ 5-ти пунктовъ. Разстояніе 500 верстъ.

5-й рейссъ. Отъ г. Тургая къ форту Перовскому и оттуда къ Казалинску съ опредѣленіемъ между Тургаемъ и Перовскимъ 8-ми пунктовъ. Разстояніе отъ Тургая до Перовскаго 600 верстъ; далѣе движеніе къ Казалинску можетъ быть сдѣлано быстро, такъ какъ есть сообщеніе на почтовыхъ, перемѣнныхъ лошадяхъ.

6-й рейссъ. Отъ г. Уральска до Уильскаго укрѣпленія съ опредѣленіемъ 5-ти пунктовъ. Разстояніе 350 верстъ.

7-й рейссъ. Отъ укрѣпленія Уильскаго въ Нижнеэмбенское укрѣпленіе и обратно съ опредѣленіемъ 4 пунктовъ. Разстояніе 200 верстъ въ одинъ конецъ.

8-й рейссъ. Отъ укрѣпленія Уильскаго до г. Калмыкова съ опредѣленіемъ 3-хъ пунктовъ. Разстояніе 200 верстъ.

9-й рейссъ. Отъ г. Гурьева въ Нижне Эмбенское укрѣпленіе съ опредѣленіемъ 3-хъ пунктовъ. Разстояніе 150 верстъ.

10-й рейссъ. Отъ Нижне Эмбенскаго укрѣпленія до Эмбенскаго поста, вдоль рѣки Эмбы съ опредѣленіемъ 7-ми пунктовъ. Разстояніе 400 верстъ.

11-й рейссъ. Отъ Эмбенскаго поста, чрезъ оврагъ Джебыске, озера Асмантай, Самъ и урочище Мынъ су алмазъ до Нижнеэмбенскаго укрѣпленія съ опредѣленіемъ 8-ми пунктовъ. Разстояніе 700 верстъ.

Всего такимъ образомъ предполагалось опредѣлить вновь 52 пункта.

Основаніемъ для всѣхъ этихъ рейссовъ должны были служить пункты тригонометрическіе и астрономическіе, опредѣленные полковникомъ Тилло въ 1868, 1870 и 1871 годахъ и капитаномъ Солимани въ 1872 году.

Продолжительность рейссовъ въ зависимости отъ необходимости ѣздить въ степи на однѣхъ и тѣхъ-же лошадяхъ довольно значительная и простирается отъ семи до тридцати дней. Всѣ опредѣленія предполагалось дѣлать маленькимъ универсальнымъ инструментомъ или Писто则вымъ кругомъ и четырьмя столовыми хронометрами. Работы предполагалось выполнить въ два года, употребляя каждый годъ по четыре мѣсяца.

Работы 1875 года. Въ 1875 году работы производились генер. штаба полк. Лебедевымъ. Опредѣленіе времени и широтъ дѣлалось малымъ универсальнымъ инструментомъ Эртеля (точность ноніусовъ на вертикальномъ кругѣ 10″) по абсолютнымъ высотамъ звѣздъ; у наблюдателя имѣлось четыре столовыхъ хронометра. Хронометры были выбраны изъ числа двѣнадцати, находившихся въ Оренбургскомъ Военно-Топографическомъ Отдѣлѣ: звѣздный Ed. Dent № 1687 и средніе Dent № 1818, № 1827 и № 1730. Большаго числа хронометровъ взять было нельзя, такъ какъ въ этомъ-же году производилась подполковникомъ Солимани хронометрическая поѣздка въ Николаевскомъ уѣздѣ Туругайской области, съ цѣлью опредѣленія опорныхъ пунктовъ для съемки, и остальные восемь хронометровъ употреблены для этой экспедиціи.

Полковникъ Лебедевъ выѣхалъ изъ Оренбурга на работы 25 числа мая. Въ Киргизской степи нельзя путешествовать иначе, какъ на своихъ лошадяхъ, въ своемъ экипажѣ, имѣя съ со-

бою жизненные припасы, киргизскую кибитку для установки на ночлегѣ и зерновой фуражъ для лошадей. Не лишнее имѣть также хотя небольшой конвой вооруженныхъ конныхъ казаковъ, безъ чего можно подвергнуться нападенію, или во время сна лишиться пасущихся на степи лошадей. Запасшись въ Орскѣ всѣмъ необходимымъ полковникъ Лебедевъ двинулся въ фортъ Карабутакъ, откуда началъ работы въ слѣдующемъ порядкѣ:

1-й рейссъ, между фортомъ Карабутакъ и укрѣпленіемъ Актюбя. Поѣздка продолжалась семь дней съ 5-го по 12-е іюня. Дорога, верстахъ въ пятидесяти отъ Карабутака, перейдя на лѣвую сторону рѣки Ори, идетъ сначала вдоль притока ея Уйсылъ-Кара до верховьевъ этой рѣки, а затѣмъ по теченію рѣки Каргалки, притока Илека, до самаго Актюбя. Мѣстность представляетъ прекрасную, покрытую богатою растительностію степь; все же пространство, верстъ за десять отъ Актюбя, представляетъ сплошныя засѣянныя поля. На протяженіи всего пути, составляющаго до 200 верстъ опредѣлены слѣдующіе три пункта: 1) мѣсто переправы черезъ р. Орь, близь устья Уйсылъ Кара, правый берегъ; 2) переправа на р. Уйсылъ Кара, верстахъ въ тридцати отъ перваго пункта, лѣвый берегъ; 3) Родники у вершины рѣчки Каргалки. Въ фортѣ Карабутакъ наблюденія приведены къ сѣверо-восточному углу комендантскаго дома, опредѣленному полковникомъ Тилло въ 1868 году; въ Актюбя тоже къ сѣверо-восточному углу комендантскаго дома, опредѣлённому полковникомъ Тилло въ 1871 году.

2-й рейссъ, между укрѣпленіями Актюбя и Уильскимъ, продолжался девять дней съ 12 по 21 іюня. Такъ какъ между этими двумя укрѣпленіями вовсе нѣтъ дороги, то приходилось ѣхать цѣликомъ, придерживаясь инструментальной съемки, произведенной въ 1872 году между этими двумя укрѣпленіями, съ цѣлію проэктированія между ними дороги. По сему, кромѣ четырехъ конвойныхъ казаковъ, въ Актюбя былъ взятъ еще проводникъ киргизъ, обязавшійся провести въ Уильское укрѣпленіе по указаннымъ урочищамъ.

Путь, составляющій до 250 верстъ, идетъ по мѣстности волнистой, весьма скудно снабженной растительностію; по мѣрѣ приближенія къ Уилу количество солончаковъ все увеличивается и вода въ рѣкахъ становится соленѣе. При движеніи отъ Актюбя къ Уилу опредѣлены пункты: 1) рѣка Кара Хобда, притокъ Урала, правый берегъ и 2) колодцы Тюбя Кудукъ. На возвратномъ пути изъ Уильскаго укрѣпленія въ Актюбя, продолжавшемся тоже девять дней, съ 21 по 30 іюня, и совершеннаго по тому же направленію, опредѣленъ еще 3-тій пунктъ рѣка Чагырлы Кумды, притокъ Уила, лѣвый берегъ. Въ укрѣпленіи Уильскомъ наблюденія приведены къ юго-восточному выѣзду изъ укрѣпленія, опредѣленному полковникомъ Тилло въ 1870 году.

3-й рейссъ, отъ укрѣпленія Актюбинскаго къ г. Орску, продолжался восемь дней съ 30 іюня по 8 іюля. Дорога большею частью идетъ по гористой весьма живописной мѣстности, составляющей въ степи продолженіе Губерлинскихъ горъ. Вода повсюду прѣсная и растительность удовлетворительная. На этомъ пути опредѣлены слѣдующіе три пункта: 1) переправа черезъ рѣчку Якши Чіили, притокъ р. Каргалки; 2) переправа черезъ рѣку Косъ Истекъ, притокъ р. Каргалки; 3) рѣка Ибейты, притокъ р. Урала. Въ г. Орскѣ наблюденія приведены къ кресту купола стараго городскаго собора, опредѣленнаго оренбургскою тріангуляціею.

4-й рейссъ, отъ г. Орска до г. Тургая, продолжался шестьнадцать дней, отъ 8-го по 24 іюля. Движеніе совершалось по такъ называемой караванной дорогѣ, чрезъ озеро Айке къ

вершинѣ Улькояка и далѣе этой рѣкою къ Тургаю. Первая половина пути, хотя страдаетъ недостаткомъ корму и покрыта мѣстами солончаками, но все таки еще возможна для обитанія; вода, хотя большею частію солоноватая, годна для питья. По теченію же Улькояка мѣстность представляется совершенно голою ■ вода вовсе не можетъ быть употребляема въ пищу, безъ вреда для здоровья. Верстъ за двадцать отъ Тургая начинаются бугристые пески, весьма близко подходящіе къ городу. На всемъ протяженіи пути, составляющемъ до 500 верстъ, опредѣлены слѣдующіе пять пунктовъ: 1) рѣка Кумакъ, притокъ Урала, правый берегъ; воды въ рѣкѣ, которая пересѣкается дорогой въ самомъ верховьи, весьма незначительное количество; 2) озеро Джиты куль, юговосточный конецъ; озеро покрыто густымъ камышемъ; 3) озеро Айке, южный берегъ; берега озера солонцеватые, вода имѣетъ слабый соленый вкусъ; 4) рѣка Улькоякъ, близь пересѣченія дорогъ изъ Иргиза въ Троицкъ и изъ Орска въ Тургай; рѣка представляетъ сухое русло, въ которомъ мѣстами имѣются неглубокія лужи солоноватой воды и 5) озеро Шотъ-Басъ-Карасу. Мѣсто наблюденія въ г. Тургаѣ находится близь церкви и приведено къ мѣсту, опредѣленному полковникомъ Тилло въ 1870 году.

5-й рейсъ, отъ города Тургая, чрезъ фортъ Перовскій къ Казалинску, продолжался 27 дней, съ 24-го іюля по 20 августа. Весь этотъ путь дѣлится на двѣ части: a) отъ Тургая до Перовска, на протяженіи 600 верстъ, караванная степная дорога и b) отъ Перовскаго до Казалинска, почтовое сообщеніе, долиною рѣки Сыръ Дарьи. Путь отъ Тургая до Перовска представляетъ самую пустынную, самую печальную мѣстность. Такъ какъ на всемъ пути вовсе нельзя найти подножнаго корма для лошадей и рѣдко можно встрѣтить человѣка, то собираясь въ дорогу пришлось заподрядить киргиза, который долженъ былъ вслѣдъ за караваномъ гнать барановъ для прокормленія и нанять нѣсколько верблюдовъ для перевозки зерноваго фуража и баклагъ съ водою. Казаковъ для конвоя было взято десять человѣкъ. Чтобы дать понятіе о пустынности этой мѣстности достаточно сказать, что въ продолженіи семнадцати дней пути отъ Тургая до Перовскаго, не было встрѣчено ни одного жителя, которыхъ здѣсь и въ зимнее время бываетъ весьма небольшое число по теченію рѣчекъ; на лѣто же всѣ они уходятъ со своими стадами, ибо скоту нечѣмъ питаться. За все время пути не было встрѣчено ни одного каравана и даже ни одного проѣзжаго всадника; не было встрѣчено никакого животнаго, за исключеніемъ небольшихъ стадъ сойгаковъ и нѣсколькихъ мелкихъ птичекъ около попадавшихся по дорогѣ рѣчекъ *).

Послѣ первыхъ девяноста верстъ, тянущихся по солонцеватой и песчаной почвѣ, дорога пересѣкаетъ рѣчку Джиланчикъ, берега которой хотя солонцеваты, но покрыты все таки травою и кустарникомъ. Воды въ рѣкѣ довольно много ■ порядочнаго качества. Послѣ трехдневнаго знойнаго пути и люди, и животныя обрадовались такому оазису. Далѣе на югъ дорога проходитъ

---

*) Для характеристики этой пустынной мѣстности позволю себѣ разсказать слѣдующій случай. Ночуя у рѣки Кайдагула, я забылъ свой револьверъ. Черезъ полгода онъ мнѣ при оказіи былъ присланъ въ Оренбургъ. Оказалось, что киргизъ, снабжавшій насъ на пути въ Перовскій баранами, на возвратномъ пути изъ Перовскаго въ Тургай нашелъ его у берега рѣки Кайдагула и представилъ въ Тургаѣ начальству.

Это доказываетъ, что черезъ это мѣсто въ продолженіи по крайней мѣрѣ двадцати дней никто не прослѣдовалъ ни въ ту, ни въ другую сторону.

по бугристымъ пескамъ Сазынъ Бай и затѣмъ мѣстность становится все болѣе пустынною. Кромѣ саксаульника, коктеку и полыни не встрѣчается никакой растительности. На пути находятся: озеро Бощекуль, съ известковою бѣловатой водою; рѣка Кайдагулъ, представляющая сухое русло, кое гдѣ имѣющее калдобины, наполненныя прогрѣтою водою; далѣе верстъ двѣсти отъ Тургая, лучшая на этомъ пути, рѣка Каргала, въ которой оказалось на столько воды, что можно было выкупаться и лошадямъ, и людямъ. За Каргалою прѣсной воды болѣе не встрѣчается. Ручей Терескенъ Сай имѣетъ прозрачную совершенно горькую воду, рѣчки Булапты и Белеутты наполнены темною коричневою жидкостью, образовавшейся отъ распустившейся въ водѣ глины. За тѣмъ далѣе на югъ попадаются лишь незначительные ручьи и родники горькихъ, соленыхъ и горько-соленыхъ водъ.

Во время движенія по этимъ мѣстамъ, не только всѣ люди, но и лошади страдали поносомъ. Мѣстность почти сплошь покрыта вывѣтрившеюся солью и изрѣдка торчащимъ саксауломъ. Верстъ за сто отъ долины Сыръ-Дарьи на пути встрѣчается озеро Арысъ, длиною болѣе десяти верстъ, покрытое корою повареной соли; отсюда далѣе почва представляется глинистою, плотною и потрескавшеюся, гладкая какъ ладонь поверхность которой лишена всякой растительности. Верстъ за пятнадцать отъ Перовскаго, картина сразу рѣзко мѣняется: тутъ начинаютъ попадаться кустарники, деревья, домики, арыки, засѣянныя поля и роскошная сѣянная на поляхъ трава.

На пути отъ Тургая до Перовскаго опредѣлены слѣдующіе восемь пунктовъ:

1) Озеро Алакуль; восточный берегъ озера; 2) переправа черезъ р. Джиланчикъ, правый берегъ; 3) озеро Бощекуль, южная окраина; 4) Рѣка Каргала; 5) рѣка Буланты; 6) ручей Эспесай; 7) озеро Арысъ, юго-западный берегъ, близь копаней Куль-Кудукъ; 8) городъ Перовскъ, сѣверо-восточный бастіонъ крѣпости.

Такъ какъ фортъ Перовскій былъ еще ранѣе опредѣленъ контръ-адмираломъ Бутаковымъ, то собственно здѣсь можно было-бы закончить экспедицію. Но такъ какъ достоинство опредѣленія долготы этого пункта оставалось неизвѣстнымъ, а между тѣмъ до г. Казалинска оставалось всего три дня пути, и этотъ городъ опредѣленъ въ 1868 году полковникомъ Тилло вполнѣ надежно, то рѣшено было продолжать экспедицію до Казалинска, а опредѣленіе Перовска произвести для сравненія результатовъ съ прежнимъ опредѣленіемъ. Впослѣдствіи оказалось, что сравненія этого сдѣлать нельзя; во первыхъ потому, что въ каталогѣ астрономическихъ пунктовъ опредѣленіе Бутакова дано лишь съ точностію до минуты и во вторыхъ, связать его мѣсто наблюденія съ новымъ оказалось невозможнымъ, ибо со времени производства наблюденій Бутаковымъ начертаніе верковъ Перовскаго совершенно измѣнилось.

Въ городѣ Казалинскѣ наблюденія производились у почтовой станціи и отнесены къ центру двора комендантскаго дома, опредѣленному полковникомъ Тилло въ 1868 году.

Такимъ образомъ въ этомъ году произведены наблюденія на двадцати восьми пунктахъ и опредѣлено вновь положеніе 22-хъ пунктовъ.

Работы 1876 года. Исполненіе остальныхъ шести рейссовъ въ 1876 году было поручено геодезисту подполковнику Солимани. Для опредѣленія времени и широты имъ былъ взятъ съ собою, вмѣсто малаго универсальнаго инструмента, кругъ Пистора. Къ этому побудило то, что ноніусы у вертикальнаго круга на универсальномъ инструментѣ оказались неудовлетворитель-

ными, а взятымъ экземпляромъ круга Пистора подполковникъ Солимани работалъ уже нѣсколько лѣтъ и былъ увѣренъ въ даваемыхъ имъ хорошихъ результатахъ. Для полученія долготъ были взяты средніе хронометры Dent № 1808, Dent № 1827, Tiede № 274 и тринадцатибойщикъ Piel № 56. Четырьмя хронометрами ограничились по той-же причинѣ какъ и въ 1875 году.

2-го іюля подполковникъ Солимани двинулся изъ Оренбурга въ Уральскъ, съ котораго должны были начаться его работы.

6-й рейссъ, отъ г. Уральска до Уильскаго укрѣпленія, сдѣланъ въ четырнадцать дней, съ 5-го по 19-е іюля. На протяженіи всего пути, представляющаго 350 верстъ, опредѣлены слѣдующіе пять пунктовъ: 1) рѣка Танасъ Анкаты; 2) рѣка Тамды; 3) рѣка Калдыгайты; 4) колодезь близь могилы Ботъ и 5) рѣка Джиканды.

Мѣсто наблюденія въ г. Уральскѣ связано съ соборомъ Св. Александра Невскаго, пунктомъ опредѣленнымъ Леммомъ въ 1853 году; а въ Уилѣ съ опредѣленіемъ полковника Тилло 1870 года. Къ сожалѣнію по винѣ вожака пункты наблюденій подполковника Солимани находятся не на томъ пути, для котораго въ 1873 году была сдѣлана маршрутная съемка; и такъ какъ не вездѣ производилась и съемка мѣстности окружающей пункты наблюденій, то ими не всегда оказалось возможнымъ пользоваться при составленіи карты.

7-й рейссъ, отъ укрѣпленія Уильскаго до Нижне-эмбенскаго и обратно въ Уильское укрѣпленіе, главнымъ образомъ для полученія мѣста Нижне-эмбенскаго укрѣпленія, сдѣланъ въ тринадцать дней съ 19-го іюня по 2-е іюля. На протяженіи всего пути, около 200 верстъ, опредѣлены слѣдующіе четыре пункта: 1) переправа черезъ рѣку Уилъ, по дорогѣ на Нижне-Эмбенское укрѣпленіе; 2) рѣч. Карасай, притокъ р. Сагиза; 3) колодцы Дамбаякты и 4) Нижне-Эмбенское укрѣпленіе.

8-й рейссъ, отъ Уильскаго укрѣпленія до города Калмыкова, произведенъ въ шесть дней съ 2-го по 8-е іюля. На протяженіи двухъ сотъ верстъ опредѣлены слѣдующіе три пункта: 1) урочище Коскуль; 2) колодцы близь могилы Кишкене-бала и 3) Копани Джана-кудукъ, въ урочищѣ Байбаракъ. Въ г. Калмыковѣ мѣсто наблюденія связано съ церковію, опредѣленною въ 1872 году.

9-й рейссъ, между станицею Сарайчиковскою и Нижне Эмбенскимъ укрѣпленіемъ, произведенъ въ десять дней, съ 13-го по 23 Іюля. На протяженіи всего пути опредѣлены слѣдующіе три промежуточныхъ пункта: 1) Копани Сары Урпасы; 2) Урочище Кара Чеганакъ и 3) колодцы Бляули. Въ станицѣ Сарайчиковской пунктомъ служитъ церковь, опредѣленная въ 1872 году.

По исполненіи сего подполковникъ Солимани тяжко заболѣлъ и не могъ далѣе продолжать работы.

Всего произведены имъ въ 1876 году наблюденія на двадцати одномъ пунктѣ и опредѣлено вновь положеніе 15 пунктовъ.

Не смотря на свою болѣзнь подполк. Солимани было попытался двинуться изъ Нижне Эмбенскаго укрѣпленія по направленію на Мынъ-су Алмазъ, но отъѣхавъ три перехода, долженъ былъ вернуться обратно и затѣмъ возвратиться въ Оренбургъ. Къ сожалѣнію со времени этой поѣздки подполковникъ Солимани болѣе не поправлялся въ своемъ здоровьи, былъ уволенъ въ заграничный отпускъ и въ 1877 году 3 Января скончался въ г. Пизѣ отъ легочной чахотки.

Такимъ образомъ для исполненія плана работъ оставалось еще сдѣлать два рейсса, отъ Нижне Эмбенскаго укрѣпленія, вдоль теченія рѣки Эмбы къ Эмбенскому посту, и отъ Эмбенскаго поста, чрезъ Асмантай, Самъ и другія урочища на Устьюртѣ къ Нижне Эмбенскому укрѣпленію. Эти работы пришлось отложить до 1877 года.

Работы 1877 года. При выработкѣ плана работъ на 1877 годъ, составленіе степной двадцативерстной карты было уже значительно подвинуто впередъ. При этомъ оказалось, что долготы пунктовъ между Оренбургомъ, Актюбинскимъ укрѣпленіемъ и Эмбенскимъ постомъ, опредѣленныхъ въ 1858 году г. Струве, на столько ошибочны, что пользоваться ими для карты, какъ сначала предполагалось, было невозможно. Посему признано было необходимымъ произвести по этому направленію новыя опредѣленія. Такимъ образомъ къ первоначальному проекту работъ, были прибавлены еще два рейсса:

12-й рейссъ, между Оренбургомъ и Актюбинскимъ укрѣпленіемъ, съ опредѣленіемъ двухъ промежуточныхъ пунктовъ; при разстояніи между Илецскою защитою и Актюбя въ 170 верстъ.

13-й рейссъ, между укрѣпленіемъ Актюбя и Эмбенскимъ постомъ, съ опредѣленіемъ трехъ промежуточныхъ пунктовъ, въ число которыхъ включено урочище Кара-камышъ, гдѣ проектировалось устроить новое укрѣпленіе. Разстояніе между основными пунктами 225 верстъ.

Кромѣ сего при выполненіи рейсса отъ Эмбенскаго поста, черезъ Устьюртъ къ Нижне Эмбенскому укрѣпленію, положено было наблюденія произвести на Устьюртѣ по возможности на тѣхъ пунктахъ, высоты которыхъ опредѣлены Арало-Каспійскою нивеллировкою. Такимъ образомъ къ опредѣленнымъ уже 37 пунктамъ проектировано прибавить еще 19 пунктовъ.

За отъѣздомъ завѣдывающаго Оренбургскимъ Военно-Топографическимъ Отдѣломъ, полковника Лебедева на Балканскій полуостровъ, выполненіе этого проекта было поручено геодезисту полковнику Бонсдорфу.

Такъ какъ при отправленіи полковника Бонсдорфа на работы, въ Оренбургскомъ Военно-Топографическомъ Отдѣлѣ не было болѣе втораго астронома, то при отправленіи въ степь онъ могъ располагать всѣми, имѣвшимися въ Отдѣлѣ инструментами и хронометрами. Посему онъ взялъ съ собою Вертикальный кругъ Репсольда и Писторовъ кругъ, для опредѣленія же разностей долготъ восемь столовыхъ хронометровъ: звѣздный хронометръ Ed. Dent № 1687, тринадцатибойщикъ Piel № 56 и средніе хронометры Tiede № 274 и № 275 и Dent. № 1818, № 1739, № 1808 и № 1730. Отъ этого всѣ сдѣланныя имъ опредѣленія много выиграли въ точности, сравнительно съ работами двухъ предшествовавшихъ лѣтъ.

Всѣ наблюденія полковника Бонсдорфа произведены кругомъ Репсольда за исключеніемъ одного лишь урочища Таласпай, гдѣ наблюденія сдѣланы кругомъ Пистора. Кругъ Репсольда былъ тотъ самый, которымъ въ 1868 году производились наблюденія полковникомъ Тилло; въ сочиненіи объ этихъ наблюденіяхъ помѣщено его описаніе*).

Придерживаясь общаго счета рейссовъ, полковникомъ Бонсдорфомъ произведены слѣдующія опредѣленія:

---

*) Зап. Воен. Топ. Отд. Гл. Шт. томы XXXIII и XXXIV.

12-й рейссъ, отъ г. Оренбурга до Актюбя, исполненъ въ четверо сутокъ, съ 25 по 29 Іюля; опредѣлены два промежуточныхъ пункта: 1) Устье рѣки Яманъ Карабутакъ и 2) Переправа черезъ рѣку Илекъ, въ 47 верстахъ отъ укрѣпленія Актюбя. Въ Оренбургѣ наблюденія производились на дворѣ Военно-Топографическаго Отдѣла, положеніе котораго извѣстно изъ тріангуляціи Оренбургской губерніи. Въ Актюбѣ на пунктѣ опредѣленномъ полковникомъ Тилло въ 1871 году.

13-й рейссъ, отъ Актюбя къ Эмбенскому посту, сдѣланъ два раза, въ первый разъ въ восемь сутокъ, съ 29 Іюля по 6 Августа, и второй разъ, отъ Эмбенскаго поста въ Актюбя, въ шесть сутокъ, съ 28 Сентября по 4 Октября. Всего на этомъ пространствѣ, протяженіемъ въ 225 верстъ, въ оба раза опредѣлено четыре слѣдующіе пункта: 1) Рѣка Чіили; 2) Урочище Каракамышъ, мѣсто новаго укрѣпленія; 3) Кара Булакъ; 4) устье рѣки Таласпай. Въ Эмбенскомъ посту наблюденія отнесены къ пункту, опредѣленному полковникомъ Тилло въ 1870 году, то есть къ выѣзду изъ укрѣпленія по дорогѣ на Оренбургъ.

9 и 10 рейссы, отъ Эмбенскаго поста вдоль теченія рѣки Эмбы къ Нижне Эмбенскому укрѣпленію и оттуда черезъ Устюртъ опять въ Эмбенскій постъ, продолжались 53 дня, съ 6-го Августа по 28 Сентября. По теченію р. Эмбы, на протяженіи до 400 верстъ, опредѣлены слѣдующіе шесть пунктовъ: 1) устье Аты Джаксы, мѣсто бывшаго укрѣпленія воздвигнутаго графомъ Перовскимъ; 2) устье рѣки Кара Тюбель Букенбай; 3) Могила Телеке; 4) Могила Кандаралъ; 5) Могила Акъ-Мечеть; и 6) Могила Бокаче. На пути черезъ Устюртъ, составляющемъ до семи сотъ верстъ, опредѣлены слѣдующіе девять пунктовъ: 1) Колодцы Джангизъ Чагылъ; 2) Родники Ушканъ; 3) Родники Мынъ-су-Алмазъ; 4) Колодцы Сай Кудукъ; 5) Колодцы Кандыкъ Кудукъ въ пескахъ Самъ; 6) Колодцы Джаръ Кудукъ въ пескахъ Самъ; 7) Копани Джангизъ Кось-Кудукъ въ пескахъ Асмантай Матай; 8) Колодцы Тще Айрикъ, на чинкѣ Устюрта, и 9) Колодцы въ оврагѣ Джебыске.

Всего такимъ образомъ въ 1877 году полковникомъ Бонсдорфомъ опредѣлено вновь 21 пунктъ.

Хотя въ Нижне Эмбенскомъ укрѣпленіи полковникомъ Бонсдорфомъ произведены наблюденія на мѣстѣ опредѣленномъ въ предшествовавшій годъ подполковникомъ Солимани; но изъ вычисленія этихъ работъ оказалось, что опредѣленіе Нижне Эмбенскаго укрѣпленія не на столько точно, чтобы этотъ пунктъ можно было принять за основной для экпедиціи. Съ другой стороны, если не пользоваться этимъ пунктомъ, то двѣнадцатый и тринадцатый рейссы обращаются въ одинъ рейссъ продолжительностью въ 53 дня. Выводить долготы изъ предположенія равномѣрности хода въ такой промежутокъ времени совершенно невозможно.

Работы 1878 года. Соображенія эти побудили полковника Бонсдорфа предпринять въ 1878 году особую поѣздку изъ Оренбурга въ Нижне Эмбенское укрѣпленіе для новаго его опредѣленія. И въ этомъ году полковникомъ Бонсдорфомъ былъ взятъ для наблюденій вертикальный кругъ Репсольда и восемь столовыхъ хронометровъ: звѣздный Ed. Dent, № 1687, тринадцатибойщикъ Piel № 56 и средніе Dent, № 1739, № 1808, № 1730 и № 1828 и Tiede № 274 и № 275.—Экспедиція, начатая въ Оренбургѣ, продолжалась 26 дней, съ 3 по 29 Іюля, и состоитъ изъ двухъ рейссовъ:

14-й рейссъ, отъ Оренбурга къ Уильскому укрѣпленію (съ 3 по 10 число) и обратно (съ 22 по 29 число) продолжался четырнадцать дней и служитъ для новаго опредѣленія Уильскаго укрѣпленія. Различіе противъ опредѣленія полковника Тилло 1870 года получилось, если привести оба наблюденія къ одному пункту, въ широтѣ 5,"1 и въ долготѣ 4,s0, что выходитъ изъ предѣловъ расхожденія, котораго можно было ожидать по величинѣ вѣроятныхъ ошибокъ, данныхъ наблюдателями для своихъ опредѣленій, такъ какъ вѣроятная ошибка опредѣленія полковника Тилло = 0,s9, а вѣроятная ошибка полковника Бонсдорфа = 0,s34. Попутно во время этого рейсса опредѣлено два пункта: 1) Рѣка большая Хобда и 2) Колодцы Ак-Булакъ.

15-й рейссъ, изъ Уильскаго укрѣпленія въ Нижне Эмбенское и обратно, продолжался двѣнадцать дней, съ 10 по 22 Іюля. Полученная при этомъ долгота значительно отличается отъ долготы, опредѣленной подполковникомъ Солимани. Во время исполненія этого рейсса попутно опредѣлены слѣдующіе три пункта: 1) переправа черезъ р. Уилъ; 2) могила Кужа на р. Сагизѣ; и 3) могила Актакъ на р. Сагизѣ.

Такимъ образомъ за всѣ четыре года произведено въ степи 15 рейссовъ, причемъ опредѣлено вновь положеніе 63 пунктовъ, изъ которыхъ полковникомъ Лебедевымъ опредѣлено 22, подполковникомъ Солимани 15 и полковникомъ Бонсдорфомъ 26 пунктовъ. Послѣднимъ сдѣланы кромѣ сего новыя опредѣленія на двухъ пунктахъ опредѣленныхъ ранѣе.

Эти новыя опредѣленія сдѣлали необходимымъ перечислить вновь всѣ рейссы подполковника Солимани и одинъ изъ рейссовъ полковника Лебедева, принимая за основанія опредѣленія не Тилло, а Бонсдорфа, какъ сдѣланныя съ большею точностію.

Подробныя указанія о произведенныхъ наблюденіяхъ, ходахъ хронометровъ, полученныхъ результатахъ и ихъ вѣроятныхъ ошибкахъ помѣщаются въ слѣдующихъ главахъ.

ГЛАВА II.

Описаніе работъ 1875 года, произведенныхъ полковникомъ Лебедевымъ.

При наблюдателѣ находились слѣдующіе инструменты:

1) Малый универсальный инструментъ; діаметръ вертикальнаго круга 5,2 дюйм.; точностьноніусовъ 10";— цѣна полудѣленія уровня 1,33 сек.

2) Четыре столовыхъ хронометра; звѣздной Ed. Dent № 1687 и три остальные средніе Dent № 1818, № 1827 и № 1730.

3) Два термометра и два небольшихъ анероида, которые до и послѣ экспедиціи были сравнены съ нормальными барометромъ и термометромъ, имѣвшимися при Военно-Топографическомъ Отдѣлѣ.

Время постоянно опредѣлялось наблюденіемъ абсолютныхъ зенитныхъ разстояній двухъ звѣздъ: одной на востокѣ и другой на западѣ.

Широта опредѣлялась по зенитнымъ разстояніямъ звѣздъ въ мередіанѣ.

Всѣ наблюденія производились со звѣзднымъ хронометромъ Ed. Dent № 1687, за исключеніемъ лишь наблюденій у верховья рѣки Каргалки, гдѣ время опредѣлено также по высотамъ солнца съ хронометромъ Dent № 1827.

Вычисленія времени и широтъ производились по обще извѣстнымъ формуламъ. Рефракція вычислялась по формулѣ Бесселя. Видимыя мѣста звѣздъ взяты изъ Nautical Almanac; для нѣкоторыхъ звѣздъ, неоказавшихся въ этомъ календарѣ, пользовались Гринвичскимъ каталогомъ. Результаты вычисленій изложены въ нижеприведенныхъ таблицахъ, отдѣльно для каждаго рейсса.

Въ этихъ таблицахъ римскія цифры I, II и т. д. обозначаютъ номера рейссовъ; цифры 1, 2, 3, 4 и т. д. номера вновь опредѣленныхъ пунктовъ. Въ графѣ, обозначенной буквою b, показаны, въ англ. полулиніяхъ, среднія изъ наблюденныхъ показаній двухъ анероидовъ, приведенныя къ нормальному барометру. Въ графѣ, обозначенной буквою t, показаны въ градусахъ Реомюра среднія изъ температуръ, наблюденныхъ на двухъ термометрахъ, приведенныя къ нормальному термометру. Въ слѣдующей графѣ помѣщены названія наблюденныхъ звѣздъ, при чемъ передъ названіемъ обозначено въ какой части неба звѣзда наблюдалась, а за названіемъ сколько наведеній сдѣлано на звѣзду. Въ графѣ, обозначенной буквою u, показаны поправки хронометра, съ которымъ производились наблюденія, противъ мѣстнаго звѣзднаго времени. Заключенное въ скобки S обозначаетъ звѣздное время въ моментъ опредѣленія поправки. $S =$ среднему моменту наблюденія $+$ поправка противъ звѣзднаго времени. Въ графѣ φ показаны полученныя широты. Въ графѣ, обозначенной chr., помѣщены показанія всѣхъ хронометровъ въ средній моментъ наблюденій. Показанія эти получены изъ сравненій хронометровъ до и послѣ производства наблюденій и переведены на требуемый моментъ, при помощи ходовъ относительно хронометра Ed. Dent № 1687. Въ концѣ таблицы для каждаго рейсса приведены географическое положеніе основныхъ пунктовъ рейсса и приведеніе къ этимъ пунктамъ мѣстъ наблюденій 1875 года.

Затѣмъ дана разность долготъ основныхъ пунктовъ экспедиціи и суточные ходы для всѣхъ четырехъ хронометровъ, выведенные въ предположеніи равномѣрности ходовъ за все время рейсса.

I. Карабутакъ — Актюбя.

ƅ	t		Звѣзды.	u	φ	Chr.
			Карабутакъ 5 (17) Іюня ♃			
575,0	+12°,3	O.	β Lyrae (8)	$-0^h2^m48^s{,}24$		Ed. Dent 1687 $14^h49^m30^s00$
						Dent 1827 9 10 12,56
575,0	+12,1	W.	δ Leonis (7)	49,58		Dent 1818 9 47 1,27
						Dent 1730 9 59 59,94
				u = —0 2 48,91	($S = 14^h46^m41^s{,}09$)	

1. **Переправа черезъ р. Орь**, близъ устья Уйсылъ-Кара; лѣвый берегъ, 7 (19) Іюня ♄

ƅ	t		Звѣзды.	u	φ	Chr.
573,4	+ 9.7	O.	β Lyrae (4); γ Sagittae (4)	—0 5 58,12		№ 1687 16 27 19,00
						1827 10 39 53,11
573,6	+ 9,0	W.	ε Bootis (8)	57,42		1818 11 16 43,07
						1730 11 29 24,07
				u = —0 5 57,77	(S = 16 21 21,23)	
573,2	+10,5	N.	Polaris (8)		**φ = 49°57′ 5″,4**	

2. **Переправа черезъ р. Уйсылъ-Кара**, лѣвый берегъ, 8 (20) Іюня ⊙

ƅ	t		Звѣзды.	u	φ	Chr.
573,1	+10,3	O.	β Lyrae (8)	—0 8 14,57		№ 1687 15 49 56,00
						1827 9 58 39,88
572,4	+ 9,8	W.	12 Canum Venaticorum (8)	14,34		1818 10 35 31,27
						1730 10 48 3,71
				u = —0 8 14,45	(S = 15 41 41,55)	
573,8	+11,2	N.	Polaris (8)		50 4 21,7	
573,1	+10,0	S.	α Serpentis (8)		15,0	
					φ = 50°4′ 18″,3	

3. **Родники у вершины р. Каргалки**, притока Илека, 10 (22) Іюня ♂

ƅ	t		Звѣзды.	u	φ	Chr.
571,5	+12,6	W.	Sun (16)	+0 13 27,34 для № 1827 прот. сред. вр.		№ 1687 8 56 8,00
						1827 2 58 7,03
			моментъ наблюденія по среднему времени		($S = 3^h\ 1^m11^s{,}00$)	1818 3 35 1,97
						1730 3 47 19,34
			принимая L (отъ Гринвича) = $+3^h51^m33^s$,	**u = —0 10 36,57**	(S = 8 45 51,43)	
571,6	+ 5,4	W.	δ Leonis (5)	—0 10 35,36		№ 1687 15 59 12,00
						1827 10 0 1,78
571,4	+ 4,4	O.	ζ Cygnii (8)	37,33		1818 10 36 57,40
						1730 10 49 12,02
				u = —0 10 36,35	(S = 15 48 35,65)	
571,6	+ 5,3	N.	Polaris (8)		50 20 26,2	
571,4	+ 3,8	S.	α Herculis (8)		30,4	
					φ = 30°20′ 28″,3	

Укрѣпленіе Актюбя 12 (24) Іюня ♃

ƅ	t		Звѣзды.	u	φ	Chr.
576,8	+10,9	W.	δ Leonis (8)	—0 13 8,32		№ 1687 15 7 12,00
						1827 9 0 18,69
576,8	+10,0	O.	β Lyrae (8)	7,54		1818 9 37 19,83
						1730 9 49 14,39
				u = —0 13 7,93	(S = 14 54 4,07)	

Географическое положеніе основныхъ пунктовъ экспедиціи.

По опредѣленію Тилло 1868 г. Фортъ Карабутакъ, сѣверо-восточный уголъ комендантскаго дома:

	φ = 49°47′ 7″,6	$L = 1^h58^m1^s{,}5$ отъ Пулкова
Приведеніе къ мѣсту наблюденія	+0,28	+0,03
Положеніе мѣста наблюденія	φ = 49 47 7,9	L = 1 58 1,5

По опредѣленію Тилло 1871 г. Укрѣпленіе Актюбя, сѣверовосточный уголъ комендантскаго дома:

	φ = 50°16′ 57″,9	$L = 1^h47^m37^s{,}4$
Приведеніе къ мѣсту наблюденія	—0,84	—0,16
Положеніе мѣста наблюденія	φ = 50 16 57,1	L = 1 47 37,2

Разность долготъ для мѣстъ наблюденій Актюбя — Карабутакъ, $\lambda = -10^m\ 24^s{,}3$.

Суточные ходы хронометровъ съ 17 по 24 Іюня.

№ 1687	$+0^s{,}753$	противъ звѣзднаго времени
1827	+0,981	противъ средняго времени.
1818	—0,797	
1730	+8,372	

II. Актюбя — Уильское укрѣпленіе.

b	*t*		Звѣзды.	*u*	φ	Chr.
			Укрѣпленіе Актюбя, 12 (24) Іюня ♃			
576,8	+10°,9	W.	δ Leonis (8).....................	$-0^h13^m\ 8^s,32$		№ 1687 $15^h\ 7^m 12^s,00$ 1827 9 0 18,69 1818 9 37 19,83 1730 9 49 14,39
576,8	+10,0	O.	β Lyrae (8).....................	7,54		
				***u* = −0 13 7,93**	($S = 14^h 54^m\ 4^s,07$)	
			4. **Рѣка Кара-Хобда,** правый берегъ, 14 (26) Іюня ♄			
577,1	+12,0	O.	ζ Cygnii (8).....................	−0 14 45,29		№ 1687 17 8 33,00 1827 10 53 27,25 1818 11 30 29,11 1730 11 42 6,34
577,1	+11,4	W.	12 Canum Venaticorum (8).......	45,31		
				***u* = −0 14 45,30**	(*S* = 16 53 47,70)	
578,6	+13,7	N.	Polaris (8).....................		49°53′ 42″,3	
575,6	+11,0	S.	κ Ophiuchii (8).....................		29,4	
					φ = 49 53 35,8	
			5. **Колодцы Тюбя-Кудукъ,** 18 (30) Іюни ☿			
577,2	+19,1	O.	ζ Cygnii (8).....................	−0 19 42,00		№ 1687 17 47 44,00 1827 11 16 47,09 1818 11 53 49,87 1730 12 4 54,56
577,2	+19,1	W.	α Bootis (8).....................	41,46		
				***u* = −0 19 41,73**	(*S* = 17 28 2,27)	
577,4	+19,2	N.	Polaris (8).....................		49°23′ 30″,6	
577,0	+18,5	S.	ζ Aquilae (8).....................		25,8	
					φ = 49 23 28,2	
			Укрѣпленіе Уильское, 21 Іюня (3 Іюля) ♄			
591,2	+17,6	W.	δ Leonis (8).....................	−0 23 20,61		№ 1687 16 0 6,00 1827 9 17 39,82 1818 9 54 41,04 1730 10 5 23,05
591,1	+17,4	O.	β Lyrae (8).....................	18,99		
				***u* = −0 23 19,80**	(*S* = 15 36 46,20)	

Географическое положеніе основныхъ пунктовъ экспедиціи.

По опредѣленію Бонсдорфа 1878 г. Укрѣпленіе Уильское, сѣверо-восточный уголъ укрѣпленія:

	φ	*L*	
	φ = 49° 4′ 5″,0	$L = 1^h 37^m 25^s,0$	отъ Пулкова
Приведеніе къ мѣсту наблюденія......	−8,2	−0,71	
Положеніе мѣста наблюденія..........	49 3 56,8	1 37 24,3	

Разность долготъ мѣстъ наблюденій Уилъ — Актюбя, $\lambda = -10^m\ 12^s,9$.

Суточные ходы хронометровъ съ 24 Іюня по 3 Іюля

№ 1687	$+0^s,113$	противъ звѣзднаго времени
1827	+0,223	противъ средняго времени.
1818	+0,214	противъ средняго времени.
1730	+8,265	противъ средняго времени.

Уильское укрѣпленіе — Актюбя *).

b	t		Звѣзды.	u	φ	Chr.
			Уильское укрѣпленіе, 21 Іюня (3 Іюля) ♄			
591,2	+17°,6	W.	δ Leonis (8)	$-0^h 23^m 20^s,61$		№ 1687 $16^h\ 0^m\ 6^s,00$
591,1	+17,4	O.	β Lyrae (8)	18,99		1827 9 17 39,82
				u = −0 23 19,80	($S = 15^h 36^m 46^s,20$)	1818 9 54 41,04
						1730 10 5 23,05
			6. **Рѣка Чагырли-Кумды**, правый берегъ, 26 Іюня (8 Іюля) ♃			
580,8	+10,3	O.	β Lyrae (8)	−0 17 8,16		№ 1687 16 27 40,00
580,6	+ 7,6	W.	12 Canum Venaticorum	8,58		1827 9 25 29,52
				u = −0 17 8,37	(S = 16 10 31,63)	1818 10 2 34,12
						1730 10 12 32,77
581,0	+11,5	N.	Polaris (8)		49°36′43″,0	
580,8	+ 8,7	S.	δ Ophiuchii (8)		39,1	
					φ = 49 36 41,0	
			Актюбя, 30 Іюня (12 Іюля) ☾			
584,4	+14,0	O.	β Lyrae (8)	−0 13 1,41		№ 1687 16 10 23,00
584,4	+13,2	W.	12 Canum Venaticorum (8)	1,92		1827 8 52 30,70
				u = −0 13 1,66	(S = 15 57 21,34)	1818 9 29 41,14
						1730 9 39 3,18

Разность долготъ мѣстъ наблюденій Актюбя — Уилъ, $\lambda = +10^m\ 12^s,9$.

Суточные ходы хронометровъ съ 3 по 12 Іюля.

№ 1687	$+0^s,582$	противъ звѣзднаго времени.
1827	+0,728	противъ средняго времени.
1818	−0,321	противъ средняго времени.
1730	+8,604	противъ средняго времени.

*) Этотъ рейссъ не вошелъ въ общую нумерацію рейссовъ, согласно предварительнаго проекта, (стр. 4).

III. Актюбя — Орскъ.

b	*t*		Звѣзды.	*u*	φ	Chr.
			Актюбя, 30 Іюня (12 Іюля) ☾			
584,4	+14°,0	O.	β Lyrae (8).....................	$-0^h13^m\ 1^s,41$		№ 1687 $16^h10^m23^s,00$
						1827 8 52 30,70
584,4	+13,2	W.	12 Canum Venaticorum (8).......	1,92		1818 9 29 41,14
						1730 9 39 3,18
				u = —0 13 1,66	$(S = 15^h57^m21^s,34)$	
			7. Переправа черезъ р. Якши-Чіили, правый берегъ. 2 (14) Іюля ☿			
581,0	+10,0	W.	12 Canum Venaticorum (8).......	—0 12 9,71		№ 1687 17 9 17,00
						1827 9 43 22,18
581,0	+ 9,5	O.	ζ Cygnii ()9	8,49		1818 10 20 35,52
						1730 10 29 39,40
				u = —0 12 9,10	(S = 16 57 7,90)	
583,2	+13,0	N.	Polaris (8)..................................		50°29′ 1″,3	
578,8	+ 9,4	S.	α Ophiuchii (8).............................		28 58,6	
					φ = 50 29 0,0	
			8. Рѣка Косъ-Истекъ, правый берегъ. 4 (16) Іюля ♀			
572,9	+13,4	O.	β Lyrae (8).....................	—0 10 23,59		№ 1687 16 24 34,00
						1827 8 50 54,20
572,5	+13,1	W.	12 Canum Venaticorum (8).......	24,87		1818 9 28 9,87
						1730 9 36 56,18
				u = —0 10 24,23	(S = 16 14 9,77)	
573,2	+13,6	N.	Polaris (8)..................................		**φ = 50°43′ 7″,3**	
			9. Рѣка Ибейты, правый берегъ. 6 (18) Іюля ⊙			
571,2	+14,2	W.	12 Canum Venaticorum (8).......	—0 8 37,57		№ 1687 16 49 8,00
						1827 9 7 31,64
570,7	+13,3	O.	ζ Cygnii (8)	36,63		1818 9 44 50,01
						1730 9 53 17,68
				u = —0 8 37,10	(S = 16 40 30,90)	
571,6	+14,7	N.	Polaris (8)..................................		50°49′ 38″,2	
570,2	+13,0	S.	α Herculis (8)...............................		32,5	
					φ = 50 49 40,3	
			Орскъ, 8 (20) Іюля ♂			
581,7	+19,0	O.	β Lyrae (8).....................	—0 7 38,54		№ 1687 16 31 27,00
						1827 8 42 1,85
581,7	+18,6	W.	12 Canum Venaticorum (8).......	40,05		1818 9 19 20,47
						1730 9 27 31,22
				u = —0 7 39,30	(S = 16 23 47,70)	

Географическое положеніе основныхъ пунктовъ экспедиціи.

По опредѣленію Оренбургской тріангуляціи, крестъ купола собора въ гор. Орскѣ:

	φ	L	
	$\varphi = 51°12'\,29'',0$	$L = 1^h52^m58^s,4$	отъ Пулкова
Приведеніе къ мѣсту наблюденія.. ...	+0,42	—0,08	
Положеніе мѣста наблюденія..........	φ = 51 12 29,4	L = 1 52 58,3	

Разность долготъ мѣстъ наблюденій Орскъ — Актюбя, $\lambda = +5^m\ 21^s,1$.

Суточные ходы хронометровъ съ 12 по 20 Іюля

№ 1687	$+0^s,157$	противъ звѣздна0о времени.
1827	+0,410	противъ средняго времени.
1818	—0,613	
1730	+8,307	

IV. Орскъ — Тургай.

b	t		Звѣзды.	u	φ	Chr.
			Орскъ 8 (20) Іюля ♂			
581,7	+19°,0	O.	β Lyrae (8)	$-0^h\ 7^m 38^s,54$		№ 1687 $16^h 31^m 27^s,00$ 1827 8 42 1,85 1818 9 19 20,47 1730 9 27 31,22
581,7	+18,6	W.	12 Canum Venaticorum (8)	40,05		
				u = −0 7 39,30	($S = 16^h 23^m 47^s,70$)	
			10. **Переправа черезъ рѣку Кумакъ,** лѣвый берегъ. 13 (25) Іюля ⊙			
575,4	+13,3	W.	ζ Herculis (8)	−0 1 24,76		№ 1687 20 30 58,00 1827 12 21 13,78 1818 12 58 33,27 1730 13 6 0,55
574,8	+11,9	O.	α Andromedae (8)	24,79		
				u = −0 1 24,78	(S = 20 29 33,22)	
575,8	+14,3	N.	Polaris (8)		51° 9′ 56″,4	
574,4	+11,0	S.	β Aquarii (8)		49,0	
					φ = 51 9 52,7	
			11. **Озеро Джиты-куль** 15 (27) Іюля ♂			
569,9	+14,5	W.	ε Bootis (8)	+0 1 38,87		№ 1687 19 11 29,00 1827 10 54 5,60 1818 11 31 26,13 1730 11 38 36,90
569,9	+14,3	O.	α Pegasi (8)	39,37		
				u = +0 1 39,12	(S = 19 13 8,12)	
569,8	+16,2	N.	Polaris)8)		50°58′ 43″,6	
570,0	+14,0	S.	β Aquilae (8)		37,3	
					φ = 50 58 40,4	
			12. **Озеро Айке.** 16 (28) Іюля ☿			
579,0	+10,6	W.	12 Canum Venaticorum (8)	+0 4 5,59		№ 1687 17 6 4,00 1827 8 45 4,83 1818 9 22 26,10 1730 9 29 29,38
579,0	+ 9,6	O.	ζ Cygnii (8)	5,51		
				u = +0 4 5,55	(S = 17 10 9,55)	
579,4	+12,1	N.	Polaris (8)		50°56′ 48″,0	
578,6	+ 9,0	S.	β Ophiuchi (8)		49,7	
					φ = 50 56 48,8	
			13. **Рѣка Ульколкъ,** близъ пересѣченія дорогъ изъ Орска въ Тургай и изъ Троицка въ Иргизъ. 18 (30) Іюля ♂			
582,9	+10,0	O.	ζ Cygnii (8)	+0 6 11,46		№ 1687 18 45 16,00 1827 10 16 7,39 1818 10 53 31,02 1730 11 0 16,63
581,9	+10,0	W.	ε Bootis (8)	9,86		
				u = +0 6 10,66	(S = 18 51 26,66)	
583,8	+11,2	N.	Polaris (8)		50°38′ 13″,3	
581,0	+10,0	S.	δ Aquilae (8)		6,0	
					φ = 50 38 9,6	
			14. **Озеро Шотъ-басъ-карасу.** 21 Іюля (2 Августа) ☾			
589,8	+15,0	O.	ζ Cygnii (8)	+0 10 9,98		№ 1687 17 58 40,00 1827 9 17 48,09 1818 9 55 16,16 1730 10 1 38,42
589,8	+13,1	W.	ε Bootis (8)	9,14		
				u = +0 10 9,56	(S = 18 8 49,56)	
590,0	+16,2	N.	Polaris (8)		49°59′39″,3	
589,6	+12,2	S.	ζ Aquilae (8)		39,4	
					φ = 49 59 39,3	

b	t		Звѣзды.	u	φ	Chr.
			Городъ Тургай. 24 Іюля (5 Августа) ♃			
591,7	+17°,4	O.	ζ Cygnii (8)	$+0^h12^m12^s,54$		№ 1687 $17^h12^m48^s,00$
591,7	+16,6	W.	ε Bootis (8)	11,42		1827 8 20 12,46
				u = +0 12 11,98	($S = 17^h24^m59^s,98$)	1818 8 57 42,70
						1730 9 3 41,52

Географическое положеніе основныхъ пунктовъ экспедиціи.

По опредѣленію Тилло 1870 г. Городъ Тургай, близъ церкви

	φ = 49°38′12″,0	$L = 2^h12^m43^s,1$	отъ Пулкова
Приведеніе къ мѣсту наблюденія	+1,89	+0,07	
Положеніе мѣста наблюденія	φ = 49 38 13,9	L = 2 12 43,2	

Разность долготъ мѣстъ наблюденій Тургай — Орскъ, $\lambda = +19^m\ 44^s,9$

Суточные ходы хронометровъ съ 20 Іюля по 5 Августа.

№ 1687	$+0^s,398$	противъ звѣзднаго времени.
1827	+0,964	противъ средняго времени.
1818	+0,237	
1730	+8,492	

V. Тургай — Казалинскъ.

b	t		Звѣзды.	u	φ	Chr.
			Тургай. 24 Іюля (5 Августа) ♃			
591,7	+17,4	O.	ζ Cygnii (8)	+0 12 12,54		№ 1687 17 12 48,00
591,7	+16,6	W.	ε Bootis (8)	11,42		1827 8 20 12,46
				u = +0 12 11,98	(S = 17 24 59,98)	1818 8 57 42,70
						1730 9 3 41,52
			15. **Озеро Алакуль.** 30 Іюля (11 Августа) ☿			
598,2	+12,4	O.	ζ Cygnii (8)	+0 13 10,99		№ 1687 17 47 47,00
598,2	+12,2	W.	ε Bootis (8)	10,87		1827 8 31 24,38
				u = +0 13 10,93	(S = 18 0 57,93)	1818 9 9 1,04
						1730 9 14 11,90
598,4	+13,5	N.	Polaris (8)		49°22′ 7″,3	
598,0	+11,9	S.	ζ Aquilae (8)		3,9	
					φ = 49 22 5,6	
			16. **Рѣка Джиланчикъ,** правый берегъ. 31 Іюля (12 Августа) ♃			
598,3	+ 9,2	O.	α Arietis (8)	+0 15 9,41		№ 1687 23 26 25,00
598,1	+ 8,7	W.	α Lyrae (8)	10,34		1827 14 5 9,85
				u = +0 15 9,87	(S = 23 41 34,87)	1818 14 42 48,18
						1730 14 47 48,86
598,5	+10,5	N.	Polaris (8)		48°57′54″,3	
597,9	+ 8,6	S.	ω Piscium (8)		52,5	
					φ = 48 57 53,4	
			17. **Озеро Бощекуль.** 2 (14 Августа) ♄			
589,3	+15,6	W.	ε Bootis (8)	+0 16 57,31		№ 1687 18 36 34,00
589,2	+14,2	O.	α Pegassi (8)	56,34		1827 9 8 12,38
				u = +0 16 56,83	(S = 18 53 30,83)	1818 9 45 52,88
						1730 9 50 38,48
589,4	+17,4	N.	Polaris (8)		48°28′17″,2	
589,3	+15,1	S.	ζ Aquilae (8)		31,9	
					φ = 48 28 24,6	

b	*t*		Звѣзды.	*u*	φ	Chr.

18. Рѣка Каргала, лѣвый берегъ. 4 (16) Августа ☾

b	*t*		Звѣзды.	*u*	φ	Chr.
589,2	+17°,6	O.	ζ Cyguii (8)........................	$+0^h 18^m 52^s,63$		№ 1687 $18^h 32^m 18^s,00$
						1827 8 56 3,46
						1818 9 33 45,35
589,6	+17,6	W.	ε Bootis (8)........................	51,39		1730 9 38 14,43
				***u* = +0 18 52,01**	($S = 18^h 51^m 10^s,01$)	
589,0	+19,0	N.	Polaris (8)........................		48° 6′14″,2	
589,8	+17,3	S.	γ Aquilae (8)........................		11,4	
					φ = 48 6 12,8	

19. Рѣка Буланты, правый берегъ. 6 (18) Августа ☿

b	*t*		Звѣзды.	*u*	φ	Chr.
586,6	+15,9	O.	α Andromedae (8)........................	+0 20 16,73		№ 1687 20 0 53,00
						1827 10 16 32,66
						1818 10 54 19,37
586,8	+15,0	W.	ζ Herculis (8)........................	17,37		1730 10 58 25,60
				***u* = +0 20 17,05**	(*S* = 20 21 10,05)	
586,5	+17,0	N.	Polaris (8)........................		47 18 28,4	
586,9	+14,8	S.	Equullei (8)........................		24,3	
					φ = 47 18 26,4	

20. Ручей Эспесай, правый берегъ. 9 (21) Августа ♄

b	*t*		Звѣзды.	*u*	φ	Chr.
595,0	+18,6	O.	ζ Cygnii (8)........................	+0 21 31,34		№ 1687 17 23 24,00
						1827 7 27 40,24
						1818 8 5 27,93
595,4	+18,0	W.	ε Bootis (8)........................	32,37		1730 8 9 10,73
				***u* = +0 21 31,85**	(*S* = 17 44 55,85)	
594,6	+19,6	N.	Polaris (8)........................		46 28 30,3	
595,8	+17,4	S.	74 Ophiuchii (8)........................		30,5	
					φ = 46 28 30,4	

21. Юго-западный берегъ озера Арысъ, копани куль-кудукъ. 12 (24) Августа ♂

b	*t*		Звѣзды.	*u*	φ	Chr.
594,7	+18,5	W.	ε Bootis (8)........................	+0 23 35,02		№ 1687 18 44 55,00
						1827 8 37 7,78
						1818 9 14 58,43
594,7	+18,0	O.	α Andromedae (8)........................	35,39		1730 9 18 13,69
				***u* = +0 23 35,20**	(*S* = 19 8 30,20)	
594,6	+19,0	N.	Polaris (8)........................		45 48 51,9	
594,8	+17,3	S.	γ Aquilae (8)........................		49 6,4	
					φ = 45 48 59,2	

22. Фортъ Перовскій. 17 (29) Августа ☉

b	*t*		Звѣзды.	*u*	φ	Chr.
593,1	+12,9	O.	ζ Cygnii (8)........................	+0 20 29,47		№ 1687 18 25 52,00
						1827 7 58 26,47
						1818 8 36 23,13
593,0	+12,4	W.	ε Bootis (8)........................	30,39		1730 8 38 53,82
				***u* = +0 20 29,93**	(*S* = 18 46 21,93)	
593,2	+13,9	N.	Polaris (8)........................		44 50 14,5	
592,9	+11,6	S.	δ Aquilae (8)........................		22,6	
592,8	+10,6	S.	γ Aquilae (8)........................		22,1	
					φ = 44 50 19,7	

Городъ Казалинскъ, почтовая станція. 20 Августа (1 Сентября) ☿

b	*t*		Звѣзды.	*u*	φ	Chr.
593,1	+12,8	O.	α Arietis (8)........................	+0 6 59,88		№ 1687 22 41 15,00
						1827 12 1 17,90
						1818 12 39 19,27
592,2	+12,3	W.	α Lyrae (8)........................	59,62		1730 12 41 20,53
				***u* = +0 6 59,75**	(*S* = 22 48 14,75)	

Географическое положеніе основныхъ пунктовъ экспедиціи.

По опредѣленію Тилло 1868 г. центръ двора комендантскаго дома въ Казалинскѣ.

	$\varphi = 45°45'\,26'',6$	$L = 2^h 7^m 9^s,0$
Приведеніе къ мѣсту наблюденія......	$+22,68$	$-0,58$
Положеніе мѣста наблюденія..........	$\varphi = 45\ 45\ 49,3$	$L = 2\ 7\ 8,4$

Разность долготъ мѣстъ наблюденія Казалинскъ — Тургай, $\lambda = -5^m\ 34^s,9$

Суточные ходы хронометровъ съ 5 Августа по 1 Сентября.

№ 1687	$+0^s,800$	противъ звѣзднаго времени.
1827	$+1,502$	противъ средняго времени.
1818	$+0,356$	
1730	$+9,105$	

Суточные ходы хронометровъ, показанные въ концѣ каждаго рейсса, выведены въ предположеніи постоянныхъ ходовъ хронометровъ во все время между наблюденіями на двухъ основныхъ пунктахъ рейсса. Собравъ всѣ эти ходы вмѣстѣ, получимъ слѣдующую таблицу.

Ходъ за время.	№ 1687	№ 1827	№ 1818	№ 1730
съ 17 по 24 Іюня	$+0^s,753$	$+0^s,981$	$-0^s,797$	$+8^s,372$
съ 24 Іюня по 3 Іюля......	$+0,113$	$+0,223$	$+0,214$	$+8,265$
съ 3 по 12 Іюля..........	$+0,582$	$+0,728$	$-0,321$	$+8,604$
съ 12 по 20 Іюля.........	$+0,157$	$+0,410$	$-0,613$	$+8,307$
съ 20 Іюля по 5 Августа...	$+0,398$	$+0,964$	$+0,237$	$+8,492$
съ 5 Августа по 1 Сентября	$+0,800$	$+1,502$	$+0,356$	$+9,105$

Одного взгляда на эту таблицу достаточно чтобы убѣдиться, что ходы въ ней помѣщенные далеки отъ дѣйствительныхъ. Нѣтъ никакого вѣроятія чтобы хронометръ шелъ восемь дней съ однимъ и тѣмъ же ходомъ, затѣмъ рѣзко перемѣнилъ ходъ, иногда на $0^s,8$ въ сутки и далѣе шелъ бы опять десять дней съ постояннымъ ходомъ; еще менѣе вѣроятія, чтобы это совершалось для всѣхъ хронометровъ въ одни и тѣ же дни и притомъ какъ разъ въ дни производства наблюденій на основныхъ пунктахъ рейссовъ.

Конечно, если экспедиція состоитъ всего изъ одного рейсса, то нельзя сдѣлать другаго предположенія о ходахъ хронометровъ кромѣ предположенія о ихъ равномѣрности. Но въ данномъ случаѣ имѣется шесть рейссовъ, слѣдующихъ одинъ за другимъ, поэтому вычисленіе ходовъ можетъ быть сдѣлано нѣсколько иначе. Въ самомъ дѣлѣ, поправки полученныя на семи основныхъ пунктахъ, по освобожденіи ихъ отъ вліянія долготъ, будучи переведены на одно мѣстное время, дадутъ для семи различныхъ моментовъ семь поправокъ, изъ которыхъ можно посредствомъ интерполяціи получить поправки для всѣхъ промежуточныхъ дней, а слѣдовательно и для дней наблюденій. Разность поправокъ въ два сосѣдніе дня дастъ ходъ на этотъ промежутокъ времени, которымъ можно пользоваться для перехода отъ поправки данной въ таблицѣ къ поправкѣ соотвѣтствующей моменту опредѣленія времени.

На основаніи вышеизложенныхъ соображеній составлена помѣщаемая ниже таблица, въ первой графѣ которой помѣщены средніе моменты наблюденій по хронометру Ed. Dent № 1687 на семи основныхъ пунктахъ экспедиціи. Въ слѣдующей графѣ обозначены эти же моменты,

выраженные въ доляхъ сутокъ, и проинтерполированные между ними моменты для всѣхъ промежуточныхъ дней. Затѣмъ для всякаго изъ хронометровъ въ таблицѣ отведено два столбца: въ первомъ показаны поправки хронометровъ противъ мѣстнаго времени основнаго пункта всей экспедиціи и во второмъ помѣщены ходы хронометровъ соотвѣтствующіе разности двухъ сосѣднихъ аргументовъ.

Моменты наблюденій по № 1687.	Arg.	№ 1687.		№ 1827.		№ 1818.		№ 1730.	
		u	ходъ.	*u*	ходъ.	*u*	ходъ.	*u*	ходъ.
Іюня 17...... $14^h 49^m 30^s$	**17,6177**	**$-2^m 48^s{,}91$**	$+1^s{,}35$	**$-5^m 41^s{,}54$**	$+1^s{,}63$	**$-42^m 30^s{,}25$**	$-1^s{,}03$	**$-55^m 28^s{,}92$**	$+8^s{,}54$
	18,6194	47,56	+1,15	39,91	+1,42	31,28	−0,94	20,38	+8,48
	19,6212	46,41	+0,95	38,49	+1,20	32,22	−0,87	11,90	+8,43
	20,6229	45,46	+0,76	37,29	+0,98	33,09	−0,80	3,47	+8,37
	21,6247	44,70	+0,52	36,31	+0,73	33,89	−0,52	54 55,10	+8,29
	22,6264	44,18	+0,34	35,58	+0,52	34,41	−0,29	46,81	+8,23
	23,6282	43,84	+0,21	35,06	+0,38	34,70	−0,12	38,58	+8,20
Іюня 24...... 15 7 12	**24,6300**	**−2 43,63**	+0,12	**−5 34,68**	+0,21	**−42 35,82**	+0,09	**−54 30,38**	+8,17
	25,6341	43,51	+0,06	34,47	+0,16	35,73	+0,18	22,21	+8,17
	26,6382	43,45	+0,04	34,31	+0,13	35,55	+0,25	14,04	+8,19
	27,6423	43,41	+0,04	34,18	+0,13	35,30	+0,28	5,85	+8,21
	28,6464	43,37	+0,06	34,05	+0,15	35,02	+0,29	53 57,64	+8,25
	29,6505	43,31	+0,10	33,90	+0,21	34,73	+0,28	49,39	+8,30
	30,6546	43,21	+0,15	33,69	+0,27	34,45	+0,25	41,09	+8,35
	1,6587	43,06	+0,20	33,42	+0,34	34,20	+0,19	32,74	+8,39
	2,6628	42,86	+0,26	33,08	+0,41	34,01	+0,12	24,35	+8,45
Іюля 3....... 16 0 6	**3,6668**	**−2 42,60**	+0,42	**−5 32,67**	+0,62	**−42 33,89**	−0,03	**−53 15,90**	+8,45
	4,6674	42,18	+0,50	32,05	+0,68	33,92	−0,09	7,45	+8,59
	5,6680	41,68	+0,55	31,37	+0,73	34,01	−0,17	52 58,86	+8,61
	6,6686	41,13	+0,60	30,64	+0,77	34,18	−0,25	50,25	+8,64
	7,6692	40,53	+0,66	29,87	+0,80	34,43	−0,32	41,61	+8,65
	8,6698	39,87	+0,66	29,07	+0,79	34,75	−0,38	32,96	+8,63
	9,6704	39,21	+0,65	28,28	+0,76	35,13	−0,44	24,33	+8,61
	10,6710	38,56	+0,62	27,52	+0,73	35,57	−0,49	15,72	+8,58
	11,6716	37,94	+0,58	26,79	+0,66	36,06	−0,51	7,14	+8,53
Іюля 12...... 16 10 23,0	**12,6722**	**−2 37,36**	+0,38	**−5 26,13**	+0,54	**−42 36,57**	−0,61	**−51 58,61**	+8,43
	13,6744	36,98	+0,31	25,59	+0,49	37,18	−0,64	50,18	+8,37
	14,6763	36,67	+0,24	25,10	+0,44	37,82	−0,65	41,81	+8,34
	15,6783	36,43	+0,15	24,66	+0,39	38,47	−0,65	33,47	+8,29
	16,6804	36,28	+0,10	24,27	+0,36	39,12	−0,64	25,18	+8,27
	17,6824	36,18	+0,06	23,91	+0,35	39,76	−0,61	16,91	+8,24
	18,6845	36,12	+0,02	23,56	+0,35	40,37	−0,57	8,67	+8,23
	19,6865	36,10	+0,00	23,21	+0,36	40,94	−0,53	0,44	+8,22
Іюля 20...... 16 31 27	**20,6885**	**−2 36,10**	−0,01	**−5 22,85**	+0,35	**−42 41,47**	−0,38	**−50 52,22**	+8,17
	21,6903	36,11	−0,01	22,50	+0,36	41,85	−0,31	44,05	+8,19

Моменты наблюденій по № 1687.	Arg.	№ 1687. *u*	№ 1687. ходъ.	№ 1827. *u*	№ 1827. ходъ.	№ 1818. *u*	№ 1818. ходъ.	№ 1730. *u*	№ 1730. ходъ.
	22,6921	$-2^m36^s,12$	$+0^s,02$	$-5^m22^s,14$	$+0^s,43$	$-42^m42^s,16$	$-0^s,23$	$-50^m35^s,86$	$+8^s,20$
	23,6939	36,10	+0,04	21,71	+0,50	42,39	−0,14	27,66	+8,23
	24,6957	36,06	+0,09	21,21	+0,58	42,53	−0,04	19,43	+8,27
	25,6975	35,97	+0,15	20,63	+0,67	42,57	+0,06	11,16	+8,31
	26,6993	35,82	+0,21	19,96	+0,77	42,51	+0,16	2,85	+8,36
	27,7011	35,61	+0,30	19,19	+0,88	42,35	+0,27	−49 54,49	+8,42
	28,7029	35,31	+0,38	18,31	+0,99	42,08	+0,26	46,07	+8,48
	29,7047	34,93	+0,47	17,32	+1,11	41,82	+0,36	37,59	+8,55
	30,7065	34,46	+0,57	16,21	+1,22	41,46	+0,45	29,04	+8,60
	31,7083	33,89	+0,65	14,99	+1,33	41,01	+0,53	20,44	+8,67
	1,7100	33,24	+0,76	13,66	+1,39	40,48	+0,62	11,77	+8,73
	2,7118	32,48	+0,84	12,27	+1,56	39,86	+0,68	3,04	+8,79
	3,7136	31,64	+0,92	10,71	+1,59	39,18	+0,73	−48 54,25	+8,85
	4,7154	30,72	+1,00	9,12	+1,66	38,45	+0,77	45,40	+8,90
Августа 5..... $17^h12^m48^s$	**5,7172**	**−2 29,72**	+1,09	**−5 7,46**	+1,84	**−42 37,68**	+0,90	**−48 36,50**	+9,02
	6,7256	28,63	+1,15	5,62	+1,90	36,78	+0,93	27,48	+9,06
	7,7341	27,48	+1,19	3,72	+1,96	35,85	+0,95	18,42	+9,10
	8,7425	26,29	+1,20	1,76	+1,96	34,90	+0,95	9,32	+9,13
	9,7510	25,09	+1,20	4 59,80	+1,98	33,95	+0,95	0,19	+9,15
	10,7594	23,89	+1,19	57,82	+1,97	33,00	+0,92	−47 51,04	+9,16
	11,7679	22,70	+1,16	55,85	+1,96	32,08	+0,89	41,88	+9,17
	12,7763	21,54	+1,14	53,89	+1,93	31,19	+0,85	32,71	+9,18
	13,7848	20,40	+1,11	51,96	+1,89	30,34	+0,80	23,53	+9,18
	14,7932	19,29	+1,07	50,07	+1,84	29,54	+0,73	14,35	+9,18
	15,8017	18,22	+1,02	48,23	+1,77	28,81	+0,65	5,17	+9,17
	16,8101	17,20	+0,94	46,46	+1,69	28,16	+0,56	−46 56,00	+9,15
	17,8186	16,26	+0,88	44,77	+1,60	27,60	+0,46	46,85	+9,13
	18,8270	15,38	+0,80	43,17	+1,50	27,14	+0,36	37,72	+9,11
	19,8355	14,58	+0,77	41,67	+1,45	26,78	+0,29	28,61	+9,12
	20,8439	13,81	+0,74	40,22	+1,39	26,49	+0,23	19,49	+9,13
	21,8524	13,07	+0,70	38,83	+1,34	26,26	+0,16	10,36	+9,14
	22,8608	12,37	+0,68	37,49	+1,28	26,10	+0,10	1,22	+9,15
	23,8693	11,69	+0,64	36,21	+1,24	26,00	+0,04	−45 52,07	+9,16
	24,8777	11,05	+0,62	34,97	+1,20	25,96	−0,03	42,91	+9,17
	25,8862	10,43	+0,58	33,77	+1,15	25,99	−0,09	33,74	+9,18
	26,8946	9,85	+0,55	32,62	+1,11	26,08	−0,16	24,56	+9,19
	27,9031	9,30	+0,52	31,51	+1,06	26,24	−0,22	15,37	+9,20
	28,9115	8,78	+0,49	30,45	+1,02	26,46	−0,29	6,17	+9,21
	29,9200	8,29	+0,45	29,43	+0,97	26,75	−0,36	−44 56,96	+9,22
	30,9284	7,84	+0,41	28,46	+0,93	27,11	−0,42	47,74	+9,23
	31,9369	7,43	+0,38	27,53	+0,88	27,53	−0,49	38,51	+9,23
Сентября 1.... 22 41 15	**1,9453**	**−2 7,05**		**−4 26,65**		**−42 28,02**		**−44 29,28**	

Ходы хронометровъ данные въ этой таблицѣ не представляютъ внезапныхъ скачковъ и измѣняются постепенно. Хотя они не выражаютъ конечно дѣйствительныхъ ходовъ хронометровъ во время экспедиціи; нельзя однако не признать, что выведенное измѣненіе ходовъ вѣроятнѣе ходовъ, выведенныхъ въ предположеніи ихъ равномѣрности для отдѣльныхъ рейссовъ.

Въ слѣдующей за симъ таблицѣ помѣщены долготы для всѣхъ пунктовъ экспедиціи; при чемъ подъ литерой L_1 даны долготы по всѣмъ хронометрамъ, выведенныя въ предположеніи равномѣрности ходовъ хронометровъ, подъ литерою L_2 — долготы, выведенныя при помощи ходовъ данныхъ въ предъидущей таблицѣ.

Изъ сравненія этихъ долготъ видно:

1) Что въ первыхъ рейссахъ небольшой продолжнительности долготы полученныя однимъ и другимъ способомъ въ среднемъ весьма не много между собой различаются — а именно отъ $0^s,06$ до $0^s,45$. Въ послѣднихъ двухъ, продолжительныхъ рейссахъ, различіе это доходитъ отъ $1^s,50$ до $3^s,68$.

2) Что разногласіе между отдѣльными хронометрами для короткихъ рейссовъ остается почти тоже при обоихъ способахъ вывода ходовъ; въ нѣкоторыхъ случаяхъ разногласіе это даже становится нѣсколько большимъ, если пользоваться неравномѣрными ходами; однако увеличеніе расхожденія нигдѣ не превышаетъ двухъ секундъ. При длинныхъ рейссахъ разногласіе въ долготахъ по различнымъ хронометрамъ становится значительно менѣе при пользованіи измѣняющимися ходами; самая большая величина разногласій при принятіи равномѣрныхъ ходовъ достигающая семи секундъ, въ этомъ случаѣ понижается до четырехъ секундъ.

Изъ этого мнѣ кажется основательнымъ будетъ заключить: во первыхъ, что отъ принятія измѣняющихся ходовъ получается нѣкоторое улучшеніе въ средней долготѣ изъ всѣхъ хронометровъ, и во вторыхъ, что это улучшеніе не настолько незначительно чтобы имъ пренебрегать.

Приближенныя долготы.

Chr.	L_1	L_2
I рейссъ, долготы отъ Карабутака.		
1. Орь.		
№ 1687	$-0^h3^m10^s,42$	$10^s,42$
1827	10,98	10,21
1818	8,57	7,33
1730	9,80	9,22
	—0 3 9,94	9,54
2. Уйсылъ-Кара.		
№ 1687	—0 5 27,83	29,02
1827	28,35	28,78
1818	25,63	24,30
1730	27,21	26,69
	—0 5 27,26	27,20
3. Каргалка.		
№ 1687	$-0^h7^m51^s,14$	$52^s,26$
1827	51,33	51,57
1818	49,13	48,00
1730	50,30	50,74
	—0 7 50,48	50,64
3. Каргалка.		
№ 1687	—0 7 51,24	52,18
1827	51,47	51,62
1818	49,41	48,38
1730	50,52	50,94
	—0 7 50,66	50,78
(среднее) =	—0 7 50,57	50,71
II рейссъ, долготы отъ Актюбя.		
4. Кара-Хобда.		
№ 1687	$-0^h1^m37^s,61$	$37^s,55$
1827	37,12	37,03
1818	37,82	37,66
1730	37,22	36,99
	—0 1 37,44	37,31
5. Тюбя-Кудукъ.		
№ 1687	—0 6 34,50	34,23
1827	34,36	34,00
1818	35,94	36,02
1730	35,13	34,77
	—0 6 34,98	34,75

II рейссъ, долготы отъ Уила.

6. Чагырлы-Кумды.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	$+0^h 6^m\ 8^s,51$	$8^s,69$
1827	8,00	8,04
1818	9,87	9,14
1730	8,56	8,55
	+0 6 8,73	8,60

III рейссъ, долготы отъ Актюбя.

7. Якши-Чіили.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 0 52,24	51,86
1827	52,68	52,47
1818	51,86	51,88
1730	51,86	51,65
	+0 0 52,16	51,97

8. Косъ-Истекъ.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 2 36,80	35,35
1827	37,23	37,01
1818	36,09	36,20
1730	36,15	35,91
	+0 2 36,57	36,12

9. Ибейты.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 4 23,61	23,42
1827	24,41	24,29
1818	22,62	22,75
1730	23,39	23,26
	+0 4 23,51	23,43

IV рейссъ, долготы отъ Орска.

10. Кумакъ.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 6 12,46	14,37
1827	9,81	12,45
1818	12,69	15,00
1730	13,63	15,02
	+0 6 12,15	14,21

11. Джитыкуль.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	$+0^h 9^m 15^s,59$	$17^s,90$
1827	12,23	15,32
1818	15,48	18,01
1730	16,92	18,58
	+0 9 15,06	17,45

12. Айке.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 11 41,66	44,06
1827	38,18	41,35
1818	41,34	43,85
1730	42,54	44,49
	+0 11 40,93	43,44

13. Улькоякъ.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 13 45,94	48,28
1827	42,68	45,65
1818	44,98	47,33
1730	47,04	48,69
	+0 13 45,16	47,49

14. Шотъ-басъ-Карасу.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 17 43,66	45,21
1827	41,91	43,79
1818	41,93	43,39
1730	42,91	44,00
	+0 17 42,60	44,10

V рейссъ, долготы отъ Тургая.

15. Алакуль.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 0 54,13	51,98
1827	58,77	52,26
1818	59,23	55,30
1730	54,63	54,99
	+0 0 56,69	53,76

16. Джиланчикъ.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 2 52,09	49,48
1827	54,01	50.95
1818	54,22	50,13
1730	49,02	49,32
	+0 2 52,33	49,97

17. Боще-куль.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	$+0^h 4^m 37^s,61$	$34^s,44$
1827	40,42	36,66
1818	40,52	35,62
1730	34,71	35,00
	+0 4 38,31	35,43

18. Каргала.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 6 31,19	27,55
1827	34,39	30,04
1818	35,38	29,80
1730	28,66	28,88
	+0 6 32,40	29,07

19. Буланты.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 7 54,58	50,72
1827	55,80	51,37
1818	54,33	48,44
1730	52,47	52,73
	+0 7 54,30	50,52

20. Эспесай.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 9 7,07	3,31
1827	7,76	3,31
1818	8,61	2,90
1730	4,97	5,33
	+0 9 7,10	3,71

21. Арысъ.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 11 7,98	4,56
1827	10,94	5,00
1818	10,30	5,33
1730	7,52	7,12
	+0 11 9,18	5,50

22. Перовскъ.

Chr.	L_1	L_2
№ 1687	+0 7 58,72	56,60
1827	58,13	56,10
1818	59,11	56,67
1730	57,40	57,62
	+0 7 58,34	56,75

Пользуясь долготами, выведенными при гипотезѣ измѣняющихся ходовъ, опредѣлены вѣса отдѣльныхъ хронометровъ по уклоненіямъ долготъ по каждому хронометру отъ средней долготы.

Вѣса вычислялись по формулѣ:

$$g \text{ (вѣсъ хронометра)} = \frac{1}{\sqrt{\Sigma \alpha^2}} \quad ; \quad \text{гдѣ } \alpha = W \cdot \frac{t_1 + t_2}{(t_1 \cdot t_2)}$$

W — уклоненіе долготы полученной по хронометру отъ средней.

t_1 — время протекшее отъ начала рейсса до времени опредѣленія этой долготы.

t_2 — время остающееся до окончанія рейсса.

Σ обозначаетъ сумму квадратонъ α для какого либо хронометра во всѣхъ опредѣленныхъ пунктахъ.

Такимъ образомъ для хронометровъ получились слѣдующіе вѣса;

хронометры	№ 1687	№ 1827	№ 1818	№ 1730
вѣса	1,0	1,0	0,5	1,5

Принимая эти вѣса, окончательныя долготы по всѣмъ хронометрамъ будутъ:

Названіе пунктовъ.	Долготы отъ основныхъ пунктовъ предварит.	по вѣсамъ.
1. Орь	$-0^h\ 3^m\ 9^s,54$	$-0^h\ 3^m\ 9^s,53$
2. Уйсылъ-кара	—0 5 27,20	—0 5 27,24
3. Каргалка	—0 7 50,71	—0 7 51,04
4. Кара-Хобда	—0 1 37,31	—0 1 37,23
5. Тюбя-Кудукъ	—0 6 34,75	—0 6 34,60
6. Чагырлы-Кумды	+0 6 8,60	+0 6 8,54
7. Якши-Чіили	+0 0 51,97	+0 0 51,94
8. Косъ-Истекъ	+0 2 36,12	+0 0 36,08
9. Ибейты	+0 4 23,43	+0 4 23,49
10. Кумакъ	+0 6 14,21	+0 6 14,21
11. Джиты-куль	+0 9 17,45	+0 9 17,52
12. Айке	+0 11 43,44	+0 11 43,52
13. Улькоякъ	+0 13 47,49	+0 13 47,66
14. Шотъ-басъ-карасу	+0 17 44,10	+0 17 44,17
15. Алакуль	+0 0 53,76	+0 0 53,66
16. Джиланчикъ	+0 2 49,97	+0 2 49,87
17. Бощекуль	+0 4 35,43	+0 4 35,35
18. Каргала	+0 6 29,07	+0 6 28,95
19. Буланты	+0 7 50,82	+0 7 51,35
20. Эспесай	+0 9 3,71	+0 9 4,02
21. Арысъ	+0 11 5,50	+0 11 5,73
22. Перовскъ	+0 7 56,75	+0 7 56,87

Вѣроятныя ошибки полученныхъ результатовъ выводились по слѣдующимъ формуламъ:

$$\text{вѣроятная ошибка долготы } \partial L = \sqrt{\partial L_1^2 + \partial L_2^2 + \partial L_3^2}$$

гдѣ ∂L_1— вѣроятная ошибка, зависящая отъ ошибки опредѣленія времени.
∂L_2— вѣроятная ошибка, зависящая отъ постоянства ходовъ хронометровъ.
∂L_3— вѣроятная ошибка, зависящая отъ ошибокъ основныхъ пунктовъ рейссовъ.

∂L_1 получается изъ формулы $\partial L_1 = v\sqrt{1 + \frac{t_1^2 + t_2^2}{T^2}}$

где v — вѣроятная ошибка опредѣленія времени.

t_1 — время протекшее отъ начала рейсса.

t_2 — время остающееся до окончанія рейсса.

T — продолжительность рейсса.

Если величину v получать по квадратамъ уклоненій отдѣльныхъ наведеній на звѣзду отъ средняго изъ всѣхъ наблюденій, то вѣроятная ошибка опредѣленія времени изъ пары звѣздъ получится $\pm 0^s,18$: Если эту же ошибку получать изъ разногласія поправокъ хронометра, полученныхъ изъ наблюденій звѣздъ на востокѣ и на западѣ, то она получится $\pm 0^s,22$. Понятно, что отъ нѣкоторыхъ ошибокъ инструмента и непостоянства рефракціи она и должна получиться болѣе. Во всѣхъ дальнѣйшихъ выводахъ для v принята величина $\pm 0^s,2$. Вѣроятная ошибка зависящая отъ ходовъ хронометровъ

$$\partial L_2 = 0,6745 \sqrt{\frac{W_1^2 g_1 + W_2^2 g_2 + W_3^2 g_3 + W_4^2 g_4}{(4-1)(g_1 + g_2 + g_3 + g_4)}}$$

где g — вѣса хронометровъ

W — уклоненіе отъ средней долготы по каждому хронометру.

Наконецъ
$$\partial L_3 = \sqrt{\frac{m_1^2\, t_2^2 + m_2^2\, t_1^2}{T^2}}$$

где m_1 и m_2 вѣроятныя ошибки основныхъ пунктовъ рейссовъ.

$t_1 . t_2$ и T имѣютъ то же значеніе что и въ формулѣ для вывода величины ∂L_1.

Вѣроятныя ошибки основныхъ пунктовъ рейссовъ слѣдующія:

для Карабутака........	$\pm 0^s,3$	по опредѣленію Тилло 1868 г.
» Актюбя...........	$\pm 0,1$	по опредѣленію Тилло 1871 г.
» Уильскаго укрѣпленія	$\pm 0,33$	по опредѣленію Бонсдорфа 1878 г.
» Орска принята.....	$\pm 0,0$	по сравнительно большей точности тригонометрической долготы Орска съ остальными пунктами.
» Тургая...........	$\pm 0,7$	по опредѣленію Тилло 1870 г.
» Казалинска........	$\pm 0,3$	по опредѣленію Тилло 1867 и 1869 г.

Принимая эти всѣ данныя, получились вѣроятныя ошибки долготъ, показанныя ниже въ окончательномъ спискѣ опредѣленныхъ пунктовъ.

Вѣроятныя ошибки широтъ по уклоненіямъ отдѣльныхъ наведеній отъ средняго получились $\pm 1'',4$, а по согласію между южною и сѣверной звѣздою $\pm 1'',6$, что весьма между собою согласно.

Ниже показаны окончательныя географическія координаты пунктовъ, опредѣленныхъ въ 1875 году:

Названіе пунктовъ.	Широты $\pm 1''{,}5$.	Долготы отъ Пулкова		
		во времени.	вѣроятн. ошибки.	въ градусахъ.
1. Рѣка Орь (переправа, лѣвый берегъ)	49°57′ 5″	$1^h54^m52^s{,}0$	$\pm 0^s{,}5$	28°43′ 0″
2. Рѣка Уйсылъ-кара (переправа, лѣвый берегъ)	50 4 18	1 52 34,3	± 0,7	28 8 35
3. Верховье рѣки Каргалки (родники)	50 20 28	1 50 10,5	± 0,5	27 32 38
4. Рѣка Кара-Хобда (правый берегъ)	49 53 36	1 46 0,0	± 0,3	26 30 0
5. Колодцы Тюбя-кудукъ	49 23 28	1 41 2,6	± 0,4	25 15 39
6. Рѣка Чагырлы-Кумды (правый берегъ)	49 36 41	1 43 32,8	± 0,3	25 53 12
7. Рѣка Якши-Чіили (правый берегъ)	50 29 0	1 48 29,1	± 0,3	27 7 17
8. Рѣка Косъ-Истекъ (правый берегъ)	50 43 7	1 50 13,3	± 0,3	27 33 20
9. Рѣка Ибейты (правый берегъ)	50 49 40	1 52 0,7	± 0,3	28 0 11
10. Рѣка Кумакъ (верховье, лѣвый берегъ)	51 9 53	1 59 12,5	± 0,5	29 48 7
11. Озеро Джиты-куль (юго-восточный конецъ)	50 58 40	2 2 15,8	± 0,6	30 33 57
12. Озеро Айке (южный берегъ)	50 56 49	2 4 41,8	± 0,6	31 10 27
13. Верховье рѣки Улькояка (близъ пересѣченія дорогъ изъ Орска въ Тургай и изъ Троицка въ Иргизъ)	50 38 10	2 6 46,0	$\pm 0^s{,}7$	31 41 30
14. Озеро Шотъ-басъ-Карасу	49 59 39	2 10 42,5	± 0,7	32 40 37
15. Озеро Алакуль	49 22 6	2 13 36,9	± 0,8	33 24 14
16. Рѣка Джиланчикъ (правый берегъ)	48 57 53	2 15 33,1	± 0,6	33 53 17
17. Озеро Бощекуль	48 28 25	2 17 18,6	± 0,6	34 19 39
18. Рѣка Каргала (лѣвый берегъ)	48 6 13	2 19 12,2	± 0,6	34 48 3
19. Рѣка Буланты (правый берегъ)	47 18 26	2 20 34,6	± 0,7	35 8 39
20. Ручей Эспесай (правый берегъ)	46 28 30	2 21 47,2	± 0,6	35 26 48
21. Озеро Арысъ (юго-западный берегъ; копани Куль-кудукъ)	45 48 59	2 23 48,9	± 0,6	35 57 14
22. Фортъ Перовскій (сѣверо-восточный бастіонъ)	44 50 20	2 20 40,1	± 0,5	35 10 2

ГЛАВА III.

Въ нижеслѣдующихъ главахъ (III и IV) изложены главнымъ образомъ подробныя свѣдѣнія о экспедиціяхъ, произведенныхъ полковникомъ Бонсдорфомъ въ 1877 и 1878 годахъ въ Киргизской степи и въ видѣ прибавленія сообщаются результаты экспедиціи, произведенной имъ же въ 1881 году отъ гор. Гурьева, моремъ, къ берегамъ мертваго Култука. Основнымъ пунктомъ для первыхъ двухъ экспедицій служилъ гор. Оренбургъ, гдѣ наблюденія производились на дворѣ бывшаго Оренбургскаго Топографическаго Отдѣла, долгота котораго, на основаніи тригонометрическихъ пунктовъ Оренбургской тріангуляціи, равна $1^h\ 39^m\ 7^s{,}70$. Долготу двора Отдѣла можно еще получить изъ хронометрической экспедиціи, произведенной полковникомъ Бонсдорфомъ въ 1879 году изъ Оренбурга къ южному концу Орскаго базиса градуснаго измѣренія. — Разность долготъ двухъ пунктовъ составляетъ по опредѣленію хронометрической экспедиціи $0^h\ 14^m\ 15^s{,}44$, тогда какъ долгота отъ Пулкова базиснаго пункта по тригонометрическому опредѣленію равна $1^h\ 53^m\ 23^s{,}01$; вычитая первую долготу изъ второй, долгота двора Отдѣла выходитъ равною $1^h\ 39^m\ 7^s{,}57$.

Широта этого пункта опредѣлена вертикальнымъ кругомъ Репсольда три раза:

1877 г. Августа 2-го.......	$\varphi = 51°45' 33'',1$
» Сентября 29.......	— — 32,7
1878 г. Сентября 16.......	— — 30,9
Въ среднемъ......	$\varphi = 51\ 45\ 32,23$

Основнымъ пунктомъ хронометрической экспедиціи 1881 года принятъ былъ астрономическій пунктъ въ Нижне-Эмбенскомъ укрѣпленіи, опредѣленный полковникомъ Бонсдорфомъ въ 1878 г. и связанный для этой цѣли съ однимъ изъ пунктовъ экспедиціи 1881 г. (съ часовнею на Жилой косѣ) отдѣльнымъ рейссомъ.

Въ 1877 и 1878 годахъ у полковника Бонсдорфа находились слѣдующіе инструменты: вертикальный кругъ Репсольда, старый Писторовъ кругъ, восемь столовыхъ хронометровъ, ртутный барометръ, анероидъ и термометры; въ 1881 году: новый Писторовъ кругъ, шесть столовыхъ хронометровъ, ртутный барометръ, анероидъ и термометры. — Хронометры обозначены слѣдующими буквами: звѣздный *G*, 13-тибойщикъ *P* и средніе *X*, *A*, *B*, *K*, *L*, *F*, *H*, *D*.

Поѣздки въ 1877 и 1878 годахъ совершены въ тарантасѣ на лошадяхъ (въ пескахъ Самъ и Асмонтай вмѣсто лошадей употреблялись верблюды); экспедиція 1881 года совершена на маленькомъ парусномъ суднѣ. — Первую экспедицію сопровождалъ конвой, состоявшій изъ 15-ти конныхъ казаковъ, съ значительнымъ вьючнымъ обозомъ; для двухъ послѣднихъ экспедицій конвоя не имѣлось.

Въ качествѣ помощника астронома и для съёмки плановъ астрономическихъ пунктовъ въ экспедиціяхъ принимали участіе: въ 1877 г. классный топографъ Шутихинъ, въ 1878 г. — классный топографъ Кузьминъ и въ 1881 г. — классный топографъ Полонскій.

Въ 1877 году наблюденія произведены на слѣдующихъ пунктахъ:

Августа 2 и 5-го въ Оренбургѣ, на дворѣ Военно-Топографическаго Отдѣла.

» 7-го на р. *Яманъ-Карабутакъ*.

» 8-го на переправѣ черезъ р. *Илекъ*.

» 9-го въ *Актюбинскомъ укрѣпленіи*, въ комендантскомъ саду, на томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ наблюдалъ полковникъ Тилло въ 1871 году.

» 14-го на р. *Чіили*, при неблагопріятной погодѣ.

» 15-го въ *Темирскомъ укрѣпленіи*. Укрѣпленіе тогда строилось. — Разстояніе до сѣв.-восточн. угла укрѣпленія 80 саж., азим. 346° 59′ *).

» 17 и 20-го на *Эмбенскомъ посту*. Разстояніе до южнаго барбета, недалеко отъ въѣзда въ укрѣпленіе со стороны Оренбурга, 65,2 саж., азим. 230° 42′.

» 24-го на устьѣ р. *Аты-Джансы*, недалеко отъ прежнихъ полевыхъ укрѣпленій. — Разстояніе до угла западнаго люнета 60 саж., азимутъ 206° 43′.

» 27-го на р. *Кара-Тюбель-Букенбай;* на островкѣ, образуемомъ устьемъ рѣчки. — Разстояніе до зимовки на островкѣ 88 саж., азимутъ 185° 13′.

---

*) Азимуты считаются отъ Юга къ Западу.

Августа 30-го на р. Эмбѣ, недалеко отъ могилы *Телеке.* — Разстояніе до могилы 130 саж., азимутъ 243° 34′.

Сентября 1-го на р. Эмбѣ, недалеко отъ могилы *Кандаралъ.* — разстояніе до могилы 230 саж., азимутъ 6° 55′.

» 3-го на р. Эмбѣ, недалеко отъ могилы *Акмечеть.* — Разстояніе до могилы 130 саж., азимутъ 0° 0′.

» 5-го на р. *Куръ-Джимъ* (старое русло р. Эмбы), недалеко отъ могилы *Бакачи.* — Разстояніе до могилы 222 саж., азимутъ 249° 55′.

» 6-го въ *Нижне-Эмбенскомъ* укрѣпленіи, въ юго-западномъ углу.

» 13-го на колодцахъ *Джангысъ-Джагилъ.*

» 14-го на родникахъ *Ускалъ.* Разстояніе до большаго родника 87 саж., азимутъ 85° 0′.

» 17-го на родникѣ *Мылъ-су-алмазъ.* Разстояніе до родника 125 саж., азимутъ 352° 42′.

» 20-го на колодцахъ *Сайкудукъ* (Устъ-Уртъ).

» 22-го въ пескахъ *Самъ* на колодцахъ *Сопра-Кандыкъ-Кудукъ.*

» 23-го въ пескахъ *Самъ* на колодцахъ *Джоръ-Кудукъ.*

» 26-го въ пескахъ *Асмонтай* на колодцахъ *Джангысъ-Кудукъ.*

» 30-го на родникахъ *Тизе-Айрикъ.* Родники расположены внизу Чинка Устъ-Урта; пунктъ астрономическій на верху, въ разстояніи 40 саж. отъ могилы неизвѣстнаго названія, — азимутъ могилы 104° 43′.

Октября 5-го на родникахъ, расположенныхъ въ верхней части оврага *Джебыске.*

» 12-го въ Эмбенскомъ посту, на прежнемъ пунктѣ.

» 15-го на родникахъ *Карабулакъ.* — Разстояніе до родника 40 саж., азимутъ 259° 5′.

» 16-го на р. *Талоспай.*

» 18-го въ Актюбинскомъ укрѣпленіи, на прежнемъ мѣстѣ.

» 22-го въ Оренбургѣ, на дворѣ Отдѣла.

Въ 1878 году наблюденія производились:

Іюля 15-го въ Оренбургѣ, на дворѣ Отдѣла.

» 18-го на р. Кара-Ходбѣ (большой Ходбѣ).

» 23 и 24-го въ Уильскомъ укрѣпленіи на сѣверо-восточномъ барбетѣ.

» 25-го на переправѣ черезъ р. Уилъ, по дорогѣ въ Нижне-Эмбенское укрѣпленіе.

» 27-го на р. Сагизѣ, недалеко отъ могилы *Кужа.* — Разстояніе до могилы 185 саж., азимутъ 13° 18′.

» 29 и 31-го въ Нижне-Эмбенскомъ укрѣпленіи. — Разстояніе до пункта 1877 года 45,5 саж., азимутъ 26° 48′.

Августа 3-го на р. Сагизѣ, недалеко отъ могилы *Актонъ.* — Разстояніе до могилы 161 саж., азимутъ 185° 59,′5.

» 5-го въ Уильскомъ укрѣпленіи, на прежнемъ пунктѣ.

» 7-го на колодцахъ *Акъ-Булакъ.*

» 10-го въ Оренбургѣ, на прежнемъ пунктѣ.

Во время экспедиціи къ мертвому Култуку наблюденія производились:

Іюля 18 и 20-го въ городѣ Гурьевѣ, на дворѣ дома Сладкова.

» 25-го на берегу *Курочкина* прорана, вблизи дома Герасимова.

» 26-го на берегу прорана *Карабоспакъ*.

» 28-го на *большой Ракушечьей косѣ*, вблизи дома астраханскаго рыбопромышленника Петрова.

» 30-го на *Жилой косѣ*, у часовни.

» 31-го въ Нижне-Эмбенскомъ укрѣпленіи.

Августа 2-го на Жилой косѣ, на прежнемъ пунктѣ.

» 4-го на берегу Курочкина прорана, на прежнемъ пунктѣ.

» 5 и 6-го на островѣ Гагальскомъ, на дворѣ казака Сладкова.

» 9-го въ гор. Гурьевѣ, на прежнемъ пунктѣ.

Планы астрономическихъ пунктовъ двухъ первыхъ экспедицій сняты точною инструментальною съёмкою; пункты же опредѣленные на берегу Култука наносились на топографической съёмкѣ Тентьякъ-сора, исполненной классным топографомъ Полонскимъ.

Приведенія по широтѣ и долготѣ отъ астрономическихъ пунктовъ къ вышеназваннымъ мѣстнымъ предметамъ получились вычисленіемъ слѣдующія:

	По широтѣ.	По долготѣ.
Къ сѣв.-восточн. углу Темирскаго укрѣпленія . .	— 5″,4	0ˢ,13 вост.
» южн. барбету Эмбенскаго поста	+ 2,8	0,34 »
» запад. люнету укрѣпленія на р. Аты-Джансы	+ 3,70	0,19 »
» зимовкѣ на р. Кара-Тюбель	+ 6,0	0,05 »
» могилѣ Телеке	+ 4,0	0,79 »
» могилѣ Кандаралъ	—15,8	0,18 зап.
» могилѣ Акмечеть	— 9,0	0,00
» могилѣ Бакачи	+ 5,3	1,40 вост.
» астрономическому пункту 1877 г. въ Нижне-Эмбенскомъ укрѣпленіи	— 2,8	0,14 зап.
» роднику Ускалъ	+ 1,5	0,56 »
» роднику Мылъ-су-алмазъ	— 8,6	0,10 вост.
» могилѣ вблизи родника Тизе-Айрикъ	+ 0,7	0,26 зап.
» роднику Кара-Булакъ	+ 0,5	0,28 »
» могилѣ Кужа	—10,6	0,29 »
» могилѣ Актанъ	+11,1	0,12 вост.

Наблюденія производились на всѣхъ пунктахъ экспедицій 1877 и 1878 годовъ, за исключеніемъ р. Талоспай, вертикальнымъ кругомъ Репсольда; на р. Талоспаѣ и во время экспедиціи 1881 года наблюдалось солнце Писторовымъ кругомъ. Вертикальнымъ кругомъ наблюдались вообще, для опредѣленія поправокъ часовъ, двѣ звѣзды вблизи перваго вертикала, въ обоихъ положеніяхъ инструмента; широты опредѣлялись изъ наблюденій вблизи меридіана полярной и

одной южной звѣзды, также при двухъ положеніяхъ инструмента.— По случаю неблагопріятной погоды, на пяти пунктахъ широта опредѣлена изъ наблюденій одной только полярной и на двухъ пунктахъ наблюдена въ первомъ вертикалѣ только одна звѣзда.

Поправки часовъ опредѣлялись Писторовымъ кругомъ изъ наблюденій соотвѣтствующихъ высотъ солнца, до и послѣ полудня; широты же изъ наблюденій меридіанальныхъ высотъ солнца при двухъ положеніяхъ инструмента. На р. Таласпаѣ и на берегу Курочкина прорана (широта на послѣднемъ пунктѣ опредѣлена два раза) наблюдались меридіанальныя высоты солнца только при одномъ положеніи инструмента.

Вѣроятныя ошибки широтъ и поправокъ часовъ, по согласію отдѣльныхъ наведеній, получились для всей экспедиціи слѣдующія:

Вертикальный кругъ.

	1877 г.	1878 г.
Вѣр. ошиб. широты по одной звѣздѣ.........	± 0,"43	± 0,"44
» » » » двумъ звѣздамъ.......	± 0,30	± 0,31
» » поправки часовъ по одной звѣздѣ...	± 0,ˢ052	± 0,ˢ051
» » » » » двумъ звѣздамъ	± 0,037	± 0,036

Писторовъ кругъ.

	1877 г.	1881 г.
» » широты......................	± 3,"01	± 1,"73
» » поправки часовъ...............		± 0,ˢ087

Такъ какъ широты Уильскаго укрѣпленія и Эмбенскаго поста опредѣлены полковникомъ Тилло въ 1870 году и Актюбинскаго укрѣпленія въ 1871 году, и широты этихъ же укрѣпленій опредѣлены полковникомъ Бонсдорфомъ въ 1877 и 1878 годахъ, а широта Нижне-Эмбенскаго укрѣпленія въ 1877 и 1878 годахъ, то широта каждаго изъ четырехъ степныхъ укрѣпленій имѣется по двумъ независимымъ опредѣленіямъ, сдѣланнымъ въ разные годы. — Для сравненія ниже приведены широты названныхъ укрѣпленій по каждому опредѣленію.

	Тилло.	Бонсдорфъ.	Т.— Б.
Актюбинское укрѣпленіе (садъ коменданта)...........	50° 16′ 57,"9	50° 16′ 55,"8	+2,"1
Эмбенскій постъ (въѣздъ въ укрѣпленіе).............	48 32 23,8	48 32 28,9	—5,1
Уильское укрѣпленіе (сѣверо-восточный барбетъ)......	49 3 59,7	49 4 4,5	—4,8
	Бонсдорфъ 1877 г.	Бонсдорфъ 1878 г.	
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе пунктъ 1877 года.......	47 4 24,3	47 4 24,7	0,4

Разногласіе въ опредѣленіяхъ двумя наблюдателями широтъ Уильскаго укрѣпленія и Эмбенскаго поста, достигающее 5", конечно для точности широтъ степныхъ пунктовъ имѣетъ мало значенія, но для наблюденій, сдѣланныхъ вертикальнымъ кругомъ Репсольда, должно быть признано очень

крупнымъ. — Прежде всего слѣдуетъ зимѣтить, что въ вертикальномъ кругѣ Репсольда, которымъ наблюдали полковники Тилло и Бонсдорфъ, дѣйствительно замѣчались недостатки, о которыхъ упомянуто въ статьѣ перваго наблюдателя, помѣщенной въ XXXIV-мъ томѣ Записокъ В. Т. О., стр. 108. — Недостатки вертикальнаго круга обнаруживаются, главнымъ образомъ, тѣмъ, что широта и мѣсто зенита, выведенныя изъ наблюденій полярной, иногда значительно отличаются отъ широты и мѣста зенита, выведенныхъ изъ наблюденій южныхъ звѣздъ.— Такъ напримѣръ мѣсто зенита изъ наблюденій полковника Тилло въ Уильскомъ укрѣпленіи полярной отличается на 6″,5 отъ мѣста зенита, выведеннаго изъ его же наблюденій южной звѣзды; широта, наблюденная полковникомъ Бонсдорфомъ на Усканѣ, получилась по наблюденіямъ южной звѣзды почти на 11″ больше чѣмъ по наблюденіямъ полярной. — Эти разногласія въ наблюденіяхъ могутъ быть объяснены измѣненіемъ положенія объектива во время производства наблюденій и такое предположеніе дѣйствительно подтверждается тѣмъ, что при осмотрѣ инструмента послѣ экспедицій полковника Бонсдорфа стекло объектива оказалось слабо прикрѣпленнымъ къ оправѣ. — Не трудно опредѣлить вліяніе этого недостатка въ объективѣ на точность астрономическихъ наблюденій.

Пусть φ обозначаетъ широту мѣста наблюденія, O мѣсто зенита на вертикальномъ кругѣ, φ_p и O_p широту и мѣсто зенита по наблюденіямъ полярной, α и β отклоненія направленія оптической оси трубы вслѣдствіе невѣрнаго положенія центра объектива и φ_s, O_s, γ и δ тѣ же самыя величины для южной звѣзды, тогда будемъ имѣть уравненія:

$$\varphi_p = \varphi - \frac{\alpha+\beta}{2}, \qquad O_p = O + \frac{\alpha-\beta}{2},$$

$$\varphi_s = \varphi + \frac{\gamma+\delta}{2} \quad \text{и} \quad O_s = O + \frac{\gamma-\delta}{2},$$

и слѣдовательно:

$$\Delta\varphi = \frac{\varphi_p+\varphi_s}{2} - \varphi = -\frac{\alpha+\beta-\gamma-\delta}{4} \quad \text{и}$$

$$\varphi_p - \varphi_s = -\frac{\alpha+\beta+\gamma+\delta}{2}.$$

При условіи $\alpha=\gamma$, $\beta=\delta$ ошибка въ широтѣ исчезаетъ и широта получается свободною отъ погрѣшностей α, β, γ и δ. — Если α, β, γ и δ имѣютъ одинаковый знакъ, то численная величина $\Delta\varphi$ будетъ меньше разности $\varphi_s-\varphi_p$, но если это условіе не выполнено, то $\Delta\varphi$ больше $\varphi_s-\varphi_p$.

Такъ какъ рѣзкихъ перемѣнъ въ инструментѣ не замѣчалось между отдѣльными наведеніями на звѣзды въ одномъ и томъ же положеніи инструмента, то можно положить $\alpha=\gamma=0$; тогда формулы для $\Delta\varphi$, $\varphi_s-\varphi_p$ и O_s-O_p будутъ:

$$\Delta\varphi = -\frac{\beta-\delta}{4},$$

$$\varphi_s-\varphi_p = \frac{\beta+\delta}{2},$$

$$O_s-O_p = \frac{\beta-\delta}{2},$$

и слѣдовательно, такъ какъ β и δ могутъ быть положительныя или отрицательныя величины:

$$\Delta\varphi = \pm \frac{O_p - O_s}{2}.$$

Ошибка въ широтѣ будетъ, стало быть, равна полуразности двухъ опредѣленій мѣста зенита, по полярной и по южной звѣздѣ. — Въ предположеніи что $\varphi_p = \varphi_s$, будемъ имѣть:

$$\varphi_p = \varphi + \frac{\delta}{2}, \quad O_p = O + \frac{\delta}{2},$$

$$\varphi_s = \varphi + \frac{\delta}{2}, \quad O_s = O - \frac{\delta}{2}, \quad \text{и} \quad \Delta\varphi = \frac{\delta}{2}.$$

Если $O_p = O_s$ то $\Delta\varphi$ равна нулю и $\varphi = \frac{\varphi_n + \varphi_s}{2}$; въ этомъ случаѣ ариѳметическое среднее двухъ опредѣленій широты будетъ равно истинной широтѣ.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ показаны разности $O_s — O_p$, по которымъ, согласно вышеизложеннаго, можно судить о степени вліянія шатанія объектива на точность опредѣленія широтъ; для сравненія въ этой же таблицѣ помѣщены также разности $\varphi_s — \varphi_p$.

		$\varphi_s-\varphi_p$	O_s-O_p	$\Delta\varphi$
гор. Оренбургъ	1877 г.	—2,3	+0,1	± 0,1
Яманъ-Карабутакъ	—	0,0	+1,6	± 0,8
Переправа черезъ рѣку Илекъ	—	+0,6	0,0	± 0,0
Актюбинское укрѣпленіе	—	—1,7	+1,1	± 0,6
Рѣка Чіили	—	—	—	—
Темирское укрѣпленіе	—	—1,3	+3,0	± 1,5
Эмбенскій постъ	—	+0,4	+4,6	± 2,3
Рѣка Аты-Джансы	—	+2,1	—1,0	± 0,5
Рѣка Кара-Тюбель	—	+4,1	—0,9	± 0,5
Могила Телеке	—	—	—	—
Урочище Кандаракъ	—	+3,0	+2,4	± 1,2
Могила Акмечеть	—	+3,7	+0,7	± 0,4
Могила Бакачи	—	+6,4	—2,7	± 1,3
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	—	+2,4	—1,2	± 0,6
Кол. Джангысъ-Джагылъ	—	—	—	—
Родникъ Ускaнъ	—	+10,8	—0,8	± 0,4
Родникъ Мылъ-су-алмазъ	—	+3,9	+1,6	± 0,8
Кол. Сайкудукъ	—	+4,3	—1,1	± 0,6
» Сопракандыкъ куб.	—	+3,4	—2,2	± 1,1
» Джакъ-Кудукъ	—	+2,5	+0,8	± 0,4
» Джангысъ	—	+3,5	+1,5	± 0,8
Родникъ Айрикъ	—	+1,8	—1,2	± 0,6

		$\varphi_s - \varphi_p$	$O_s - O_p$	$\Delta\varphi$
Джебыске	1877 г.	+0,5	+0,2	± 0,1
Эмбенскій постъ	—	—	—	—
Кара-булакъ	—	—0,7	+5,1	± 2,6
Оренбургъ	—	+3,6	+0,9	± 0,5
Рѣка Кара-Хобда	1878 г.	—	—	—
Уильское укрѣпленіе	—	—1,3	0,0	± 0,0
Переправа черезъ рѣку Уилъ	—	—	—	—
Могила Кужа	—	—0,6	—1,1	± 0,6
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	—	—1,8	+0,7	± 0,4
Кол. Актанъ	—	+0,5	+1,8	± 0,9
» Акъ-Булакъ	—	—1,4	+0,3	± 0,2

Разности $\varphi_s - \varphi_p$ 1877 года даютъ среднюю вѣроятную ошибку широты:

по одной звѣздѣ .... ± 1,″26,
по двумъ звѣздамъ .... ± 0,89;

разности $\varphi_s - \varphi_p$ 1878 года:

по одной звѣздѣ .... ± 0,″46,
по двумъ звѣздамъ .... ± 0,32.

Въ 1877 году на трехъ пунктахъ: р. Чіили, мог. Телеке и кол. Джангысъ-Джагылъ и въ 1878 году на двухъ пунктахъ: р. Кара-Хобда и переправа черезъ р. Уилъ, широта опредѣлена изъ наблюденій одной только полярной; вѣроятныя ошибки широтъ первыхъ трехъ пунктовъ мы, по неимѣнію другихъ данныхъ, принимаемъ = ± 1,″26 и широтъ двухъ послѣднихъ пунктовъ = ± 0,″46.

Средняя вѣроятная ошибка изъ разностей поправокъ часовъ по восточной и западной звѣздамъ получилась:

для наблюденій 1877 года, по одной звѣздѣ ...... ± 0,ˢ159,
по двумъ звѣздамъ.... ± 0,112,

и для наблюденій 1878 года, по одной звѣздѣ ...... ± 0,ˢ090,
по двумъ звѣздамъ.... ± 0,064.

Разногласія въ опредѣленіяхъ широтъ Уильскаго укрѣпленія и Эмбенскаго поста, произведенныхъ полковниками Тилло и Бонсдорфомъ, объясняются вліяніемъ вышеупомянутой неисправности оптической части вертикальнаго круга. — По наблюденіямъ перваго наблюдателя въ Уильскомъ укрѣпленіи $\Delta\varphi = \pm 3,''3$ и по наблюденіямъ въ Эмбенскомъ постѣ $\Delta\varphi = \pm 1,''4$, тогда какъ изъ наблюденій втораго наблюдателя получается: для широты Уильскаго укрѣпленія $\Delta\varphi = 0''$, и для широты Эмбенскаго поста $\Delta\varphi = 2,''3$. — Ошибки въ широтахъ выходятъ на самомъ дѣлѣ нѣсколько меньше замѣченныхъ разногласій, но слѣдуетъ замѣтить, что полковникъ

Тилло наблюдалъ въ лагерѣ, расположенномъ довольно далеко отъ укрѣпленія, вслѣдствіе чего нѣкоторая часть разногласія должна быть отнесена къ ошибкамъ въ приведеніи.

Въ 1881 году широта наблюдалась на берегу Курочкина прорана 25-го Іюля при одномъ только положеніи и 4-го Августа при двухъ положеніяхъ инструмента; на Жилой косѣ широта наблюдалась 30-го Іюля и 2-го Августа, при обоихъ положеніяхъ инструмента. — Придавая второму опредѣленію на берегу Курочкина прорана двойной вѣсъ противъ перваго опредѣленія и обоимъ опредѣленіямъ на Жилой косѣ равные вѣса, широты двухъ пунктовъ будутъ слѣдующія:

Курочкинъ проранъ	$47° \ 5' \ 49''\!,5$,
Жилая коса	46 48 51,8.

Вѣроятныя ошибки, соотвѣтствующія разностямъ этихъ опредѣленій, — для перваго пункта $\pm 2''\!,7$ и для втораго $\pm 1''\!,9$, — немногимъ превышаютъ вышеприведенную среднюю вѣроятную ошибку широтъ, опредѣленныхъ Писторовымъ кругомъ $\pm 1''\!,7$.

ГЛАВА IV.

Вычисленіе долготъ.

Для вывода долготъ хронометрическія экспедиціи раздѣлены на рейссы.

Экспедиція 1877 года на четыре рейсса: 1-й рейссъ (въ общ. счетѣ 12-й), продолжительностью въ 4 сутокъ, отъ Оренбурга въ Актюбинское укрѣпленіе; 2-й рейссъ (въ общ. счетѣ 13-й) (14 сутокъ), отъ Актюбинскаго укрѣпленія въ Эмбенскій постъ и обратно, съ исключеніемъ поѣздки по р. Эмбѣ и на Усть-Уртѣ; 3-й рейссъ (въ общ. счетѣ 10-й) (17 сутокъ), отъ Эмбенскаго поста въ Нижне-Эмбенское укрѣпленіе и 4-й рейссъ (въ общ. сч. 11-й) (33 сутки), отъ Нижне-Эмбенскаго укрѣпленія, черезъ Усть-Уртъ, въ Эмбенскій постъ. — Хронометрическая экспедиція 1878 года раздѣлена на два рейсса: 1-й рейссъ (въ общ. сч. 14-й) (13 сутокъ), отъ Оренбурга въ Уильское укрѣпленіе и обратно, съ исключеніемъ поѣздки въ Нижне-Эмбенское укрѣпленіе и 2-й рейссъ (въ общ. сч. 15-й) (12 сутокъ), отъ Уильскаго въ Нижне-Эмбенское укрѣпленіе и обратно.

Хронометрическая экспедиція 1881 года состоитъ изъ трехъ рейссовъ: 1-й рейссъ (10 сутокъ), отъ Гурьева къ прорану Курочкина и обратно, съ исключеніемъ поѣздки на Жилую косу и въ Нижне-Эмбенское укрѣпленіе; 2-й рейссъ (7 сутокъ), отъ прорана Курочкина на Жилую косу и обратно, съ исключеніемъ поѣздки въ Нижне-Эмбенское укрѣпленіе и 3-й рейссъ (3 сутокъ), отъ Жилой косы въ Нижне-Эмбенское укрѣпленіе и обратно.

При вычисленіяхъ долгота Оренбурга (дворъ Военно-Топографическаго Отдѣла) принята по опредѣленію Оренбургскаго тригонометрическаго измѣренія равною $1^h\,39^m\,7^s\!,7$; Актюбинскаго укрѣпленія, по опредѣленію полковника Тилло изъ хронометрической экспедиціи 1871 г., равною $1^h\,47^m\,37^s\!,4$ и затѣмъ долготы остальныхъ основныхъ пунктовъ для всѣхъ 9-ти рейссовъ при-

няты по опредѣленіямъ полковника Бонсдорфа изъ его хронометрическихъ экспедицій. Для вывода долготъ астрономическихъ пунктовъ, расположенныхъ по р. Эмбѣ и на Усть-Уртѣ, опредѣленныхъ въ 1877 году, долгота Нижне-Эмбенскаго укрѣпленія принята согласно опредѣленія 1878 года равною $1^h 33^m 41{}^s{,}19$.

При помощи поправокъ хронометровъ, помѣщенныхъ въ таблицѣ 2-й, вычислены средніе суточные ходы хронометровъ, для первыхъ двухъ экспедицій относительно звѣзднаго времени и для экспедицій 1881 г. относительно средняго времени; суточные ходы хронометровъ во время 9-ти рейссовъ помѣщены ниже.

	G	*A*	*B*	*D*	*H*	*L*	*K*	*P*
Оренбургъ — Актюбя....	+ 0ˢ,913	+235ˢ,900	+236ˢ,585	+235ˢ,755	+245ˢ,520	+237ˢ,080	+236ˢ,905	+235ˢ,470
Актюбя — Эмб. постъ....	+ 0,250	+236,275	+236,162	+234,702	+244,867	+237,444	+236,539	+235,035
Эмб. постъ — Н.-Эмб. укр	+ 0,044	+235,897	+235,941	+235,614	+244,811	+236,963	+237,167	+234,660
Нижне-Эмб. укр.—Эмб. п.	+ 0,148	+236,387	+236,058	+234,497	+243,875	+237,722	+236,933	+234,776
Оренб. — Уильское укр...	— 0,698	+235,272	+236,326	+237,103	+238,329	+236,252	+236,645	+237,573
Уильск. укр.—Н.-Эмб. укр.	— 0,516	+235,264	+236,608	+237,013	+238,400	+236,705	+236,939	+237,762
Н.-Эмб. укр.—Жилая коса	—239,140	+ 5,110	+ 1,27	+ 0,67	—	—	+ 2,72	+ 2,08
Жилая коса—Курочк. пр.	—238,720	+ 3,660	+ 0,43	— 0,61	—	—	+ 1,25	+ 0,64
Курочк. пр.— Гурьевъ...	—238,454	+ 3,606	+ 0,140	— 0,542	—	—	+ 1,541	+ 0,995

Съ этими средними суточными ходами вычислены долготы всѣхъ астрономическихъ пунктовъ отдѣльно по каждому хронометру, относительно основныхъ пунктовъ рейссовъ. Долготы пунктовъ, опредѣленныхъ экспедиціею 1877 года, помѣщены въ таблицѣ 9-й, долготы пунктовъ, опредѣленныхъ экспедиціею 1878 года, въ таблицѣ 10-й.

Относительные вѣса хронометровъ, принятые для вычисленій и выведенные по отклоненіямъ долготъ, получаемыхъ по каждому хронометру отдѣльно, отъ ариѳметическаго средняго, показаны въ нижеслѣдующей таблицѣ:

	G	*A*	*B*	*D*	*H*	*L*	*K*	*P*
Оренбургъ — Актюбя....	0,4623	0,8220	0,8304	0,7180	0,3294	0,3997	0,3788	1,0000
Актюбя — Эмб. постъ....	0,8791	1,4987	1,0922	0,6777	1,3443	0,6733	0,8718	1,0000
Эмб. постъ — Н.-Эмб. укр.	0,3989	0,5402	0,5670	0,2384	0,5241	1,1945	1,2295	1,0000
Н.-Эмб. укр. — Эмб. постъ	0,9448	0,4406	0,7104	0,2635	0,5156	0,2252	0,2371	1,0000
	G	*A*	*B*	*F*	*H*	*L*	*K*	*P*
Экспедиція 1878 года....	0,2708	0,1752	0,1733	0,1918	0,2983	0,0798	1,0000	0,2478

При вычисленіи долготъ астрономическихъ пунктовъ 1881 года всѣмъ хронометрамъ приданы одинаковые вѣса.

Вычисленныя съ вышеприведенными вѣсами *вѣроятнѣйшія* долготы пунктовъ, опредѣленныхъ въ 1877 и 1878 гг., помѣщены въ таблицахъ 9-й и 10-й въ соотвѣтственныхъ графахъ.

Выводъ вѣроятныхъ ошибокъ долготъ основанъ на слѣдующихъ данныхъ:

вѣроятная ошибка поправки часовъ, опредѣленная въ 1877 году ± 0ˢ,115,
» » » » » » 1878 » ± 0,064,
» » » » » » 1881 » ± 0,087;

вѣроятная ошибка долготы Актюбинскаго укрѣпленія по опредѣленію Тилло ± 0,100.

Вѣроятныя ошибки долготъ, зависящія отъ случайныхъ возмущеній въ ходахъ хронометровъ:

Яманъ-Карабутакъ	± 0ˢ,034
Переправа черезъ р. Илекъ	± 0,027
Талоспай	± 0,247
Карабулакъ	± 0,238
Чіили	± 0,311
Темирское укрѣпленіе	± 0,140
Эмбенскій постъ	± 0,480
Аты-Джаксы	± 0,180
Кара-Тюбель	± 0,228
Телеке	± 0,346
Кандаракъ	± 0,351
Кара-Хобда	± 0,111
Акъ-Булакъ	± 0,284
Уильское укрѣпленіе	± 0,240
Переправа черезъ р. Уилъ	± 0,054
Жилая коса	± 0,094
Курочкинъ проранъ	± 0,224
Карабаспакъ	± 0,124
Акъ-Мечеть	± 0ˢ,210
Бакачи	± 0,058
Джангысъ-Джагылъ	± 0,368
Усканъ	± 0,466
Мынъ-су-алмазъ	± 0,584
Сай-Кудукъ	± 0,848
Сопрокандыкъ-Кудукъ	± 0,951
Джакъ-Кудукъ	± 1,085
Джангысъ-Кудукъ	± 1,525
Айрикъ	± 1,462
Джебыске	± 0,873
Кужа	± 0,099
Акталъ	± 0,055
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	± 0,054
Большая Ракушечья коса	± 0,102
Островъ Гогольскій	± 0,114
Городъ Гурьевъ	± 0,163

Въ нижеслѣдующемъ спискѣ помѣщены широты и долготы астрономическихъ пунктовъ, опредѣленныхъ въ 1877, 1878 и 1881 годахъ.

	Широта.	Долгота отъ Оренбурга.	Вѣр. ошибки долготы.	Долгота отъ Пулкова.
Оренбургъ	51°45′32″,2	0^h 0^m 0^s	—	$1^h 39^m$ 7^s,70
Яманъ-Карабутакъ	50 49 52,9	0 4 19,64	± 0ˢ,17	1 43 27,34
Переправа черезъ р. Илекъ	50 36 9,6	0 6 49,66	± 0,17	1 45 57,36
Актюбинское укрѣпленіе	50 16 55,8	(0 8 29,70)	(± 0,10)	(1 47 37,40)
Рѣка Таласпай	43 39 6,0	0 8 35,08	± 0,32	1 47 42,78
Родникъ Карабулакъ	49 29 59,7	0 8 20,37	± 0,31	1 47 28,07
Рѣка Чіили	49 21 9,7	0 8 16,92	± 0,36	1 47 24,62
Темирское укрѣпленіе	49 8 59,6	0 8 5,48	± 0,22	1 47 13,18

Эмбенскій постъ	48°32′26″,7	0ʰ10ᵐ13ˢ,17	±0ˢ,54	1ʰ49ᵐ20ˢ,87
Рѣка Аты-Джаксы	48 19 43,3	0 8 47,46	±0,59	1 47 55,16
Кара-Тюбель	47 57 34,4	0 5 35,78	±0,61	1 44 43,48
Телеке	47 28 46,5	0 2 32,19	±0,66	1 41 39,89
Кандаралъ	47 2 22,4	0 0 42,89	±0,66	1 39 50,59
Акъ-Мечеть	47 8 56,6	0 1 21,94	±0,60	1 37 45,76
Могила Бокачи	47 2 15,6	0 3 30,20	±0,57	1 35 37,50
Кол. Джангысъ-Джагылъ	46 42 30,3	0 3 47,67	±0,67	1 35 20,03
Усканъ	46 35 25,6	0 2 21,94	±0,73	1 36 45,76
Мынъ-су-алмазъ	46 55 42,8	0 0 12,04	±0,81	1 38 55,66
Сай-Кудукъ	45 30 20,8	0 1 40,14	±1,02	1 40 47,84
Сопрокандыкъ-Кудукъ	45 28 48,1	0 4 55,53	±1,11	1 44 3,23
Джакъ-Кудукъ	45 25 55,8	0 5 49,97	±1,22	1 44 57,67
Джангысъ-Кудукъ	45 32 39,1	0 7 34,72	±1,63	1 46 42,42
Айрикъ	46 24 41,7	0 6 23,28	±1,57	1 45 30,98
Джебыске	46 43 33,8	0 10 2,66	±1,04	1 49 10,36
Рѣка Кара-Хобда	50 46 9,0	0 0 37,02	±0,16	1 38 30,68
Родникъ Акъ-Булакъ	49 50 14,7	0 0 48,33	±0,32	1 38 19,37
Уильское укрѣпленіе (сѣв.-вост. барбетъ)	49 4 4,5	0 1 42,80	±0,27	1 37 24,90
Переправа черезъ р. Уилъ	48 50 8,1	0 2 33,19	±0,27	1 36 34,51
Могила Кужа	48 4 4,1	0 4 58,91	±0,31	1 34 8,79
Могила Актанъ	48 16 19,3	0 4 49,67	±0,30	1 34 18,03
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	47 4 27,5	0 5 26,44	±0,31	1 33 41,26
Жилая коса	46 48 51,7	0 7 40,30	±0,36	1 31 27,40
Курочкинъ проранъ	47 5 52,2	0 10 11,05	±0,48	1 28 56,65
Коробаспакъ	47 11 11,3	0 9 4,34	±0,52	1 30 3,36
Большая Ракушечья коса	47 2 33,5	0 9 24,20	±0,51	1 29 43,50
Островъ Гогольскій (домъ Сладкова)	47 5 55,0	0 11 27,05	±0,52	1 27 40,65
Городъ Гурьевъ	47 7 4,9	0 12 44,32	±0,54	1 26 23,38

Придавая къ широтамъ и долготамъ астрономическихъ пунктовъ приведенія къ мѣстнымъ предметамъ съ надлежащимъ знакомъ, координаты послѣднихъ будутъ:

	Широта.	Долгота отъ Пулкова.
Родникъ Карабулакъ	49°30′ 0″,2	1ʰ47ᵐ27ˢ,79
Темирское укрѣпленіе (сѣв.-восточный уголъ)	49 8 54,2	1 47 13,31
Эмбенскій постъ (южный барбетъ у въѣзда со стороны дороги, ведущей въ Оренбургъ	48 32 29,6	1 49 21,21
Полевые укрѣпленія на устьѣ р. Аты-Джаксы (уголъ западнаго люнета)	48 19 47,0	1 47 55,35

	Широта.	Долгота отъ Пулкова.
Зимовка на устьѣ р. Кара-Тюбель Букенбай..	47°57′40″,4	$1^h44^m43^s,53$
Могила Телеке на р. Эмбѣ..............	47 28 50,5	1 41 40,68
Могила Кандаралъ на р. Эмбѣ...........	47 2 6,6	1 39 50,41
Могила Акъ-Мечеть на р. Эмбѣ..........	47 8 47,6	1 37 45,76
Могила Бакачи на р. Эмбѣ..............	47 2 20,9	1 35 38,90
Родникъ Усканъ.....................	46 35 27,1	1 36 45,20
Родникъ Мынъ-су-алмазъ...............	46 55 34,2	1 38 55,76
На скатѣ Чинка Устъ Урта могила неизвѣстнаго названія вблизи р. Тизе-Айрыкъ....	46 24 42,4	1 45 30,72
Могила Кужа на р. Сагизѣ..............	48 3 53,5	1 34 8,51
Могила Актанъ на р. Сагизѣ............	48 16 30,4	1 34 18,11

Долготы Уильскаго укрѣпленія и Эмбенскаго поста, по настоящимъ опредѣленіямъ, отличаются первая на 4 сек. и вторая на 2 сек. отъ прежнихъ опредѣленій полковника Тилло. Но, такъ какъ вѣроятныя ошибки въ опредѣленіяхъ долготъ этихъ двухъ укрѣпленій полковника Бонсдорфа значительно меньше вѣроятныхъ ошибокъ въ опредѣленіяхъ полковника Тилло, то опредѣленія перваго слѣдуетъ считать болѣе точными чѣмъ втораго. — Долгота же Актюбинскаго укрѣпленія опредѣлена полковникомъ Тилло въ 1871 году изъ непродолжительной хронометрической экспедиціи съ вѣроятною ошибкою меньшею вѣроятной ошибки долготы опредѣленной продолжительною хронометрическою экспедиціею 1877 года, вслѣдствіе чего долгота Актюбинскаго укрѣпленія принята согласно опредѣленія полковника Тилло.

При вычисленіи долготъ астрономическихъ пунктовъ, напечатанныхъ въ извѣстіяхъ Оренбургскаго географическаго общества, долгота Актюбинскаго укрѣпленія принята была по опредѣленію хронометрической экспедиціи 1877 года и хронометрамъ приданы были равные вѣса; этимъ объясняются сравнительно незначительныя разногласія въ долготахъ двухъ вычисленій.

Въ Нижне-Эмбенскомъ укрѣпленіи поправки часовъ наблюдались въ 1878 году:

29 и 31-го Іюля; первая поправка наблюдена была на томъ же самомъ мѣстѣ, гдѣ стоялъ инструментъ во время наблюденій 1877 года, а вторая на пунктѣ, положеніе котораго относительно перваго пункта опредѣлено было выше. — При вычисленіи долготы укрѣпленія разность долготъ ($0^s,14$) не принята была во вниманіе и потому, чтобы получить долготу отъ Оренбурга пункта 1877 года, слѣдуетъ къ вычисленной долготѣ придать $0^s,07$ и чтобы получить долготу 1878 года, слѣдуетъ изъ этой долготы вычесть $0^s,07$. — Такимъ образомъ долгота отъ Оренбурга пункта 1877 года будетъ $0^h\,5^m\,26^s,51$ и пункта 1878 года $0^h\,5^m\,26^s,37$; долготы этихъ пунктовъ отъ Пулкова будутъ: 1877 года — $1^h\,33^m\,41^s,19$ и
1878 » — 1 33 41,33.

Долготы астрономическихъ пунктовъ, опредѣленныхъ на берегу мертваго Култука, вычислены относительно Нижне-Эмбенскаго укрѣпленія, но такъ какъ наблюденія въ 1881 году производились восточнѣе пункта 1878 года на $0^s,28$, то для приведенія долготъ къ меридіану Оренбургскаго Военно-Топографическаго Отдѣла долгота пункта наблюденія въ укрѣпленіи будетъ $0^h\,5^m\,26^s,09$, или отъ Пулковскаго меридіана $1^h\,33^m\,41^s,64$.

Таблица 1.

Широты астрономическихъ пунктовъ.

Названіе пунктовъ.	Годъ, мѣсяцъ и число.	По полярн.	По южн. зв.	Среднее.	Инструменты.
	1877 года.				
Оренбургъ	Августа 2	51°45′34″,3	51°45′32″,0	51°45′33″,1	Вертикальный кругъ
Яманъ-Карабутакъ	» 7	50 49 52,4	50 49 53,3	50 49 52,9	
Переправа черезъ р. Илекъ	» 8	50 36 9,3	50 36 9,9	50 36 9,6	
Актюбинское укрѣпленіе	» 9	50 16 56,7	50 16 55,0	50 16 55,8	
Рѣка Чіили	» 14	49 21 9,7	—	49 21 9,7	
Темирское укрѣпленіе	» 15	49 9 0,3	49 8 59,0	49 8 59,6	
Эмбенскій постъ	» 17	48 32 26,2	48 32 27,3	48 32 26,7	
Аты-Джаксы	» 24	48 19 42,3	48 19 44,4	48 19 43,3	
Кара-Тюбель	» 27	47 57 32,4	47 57 36,5	47 57 34,4	
Телеке	» 30	47 28 46,5	—	47 28 46,5	
Кандаралъ	Сентября 1	47 2 20,9	47 2 23,9	47 2 22,4	
Акмечеть	» 3	47 8 54,3	47 8 58,9	47 8 56,6	
Бокачи	» 5	47 2 12,4	47 2 18,8	47 2 15,6	
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	» 6	47 4 23,1	47 4 25,5	47 4 24,3	
Джангысъ-Джагылъ	» 13	46 42 30,3	—	46 42 30,3	
Усканъ	» 14	46 35 20,2	46 35 31,0	46 35 25,6	
Мынъ-су-алмазъ	» 17	45 55 40,9	45 55 44,7	45 55 42,8	
Сай-Кудукъ	» 20	45 30 18,7	45 30 23,0	45 30 20,8	
Сапракандыкъ-Кудукъ	» 22	45 28 46,4	45 28 49,9	45 28 48,1	
Джаръ-Кудукъ	» 23	45 25 55,0	45 25 56,6	45 25 55,8	
Джангысъ-Кудукъ	» 26	45 32 37,0	45 32 41,2	45 32 39,1	
Айрикъ	» 30	46 24 40,8	46 24 42,6	46 24 41,7	
Джебыске	Октября 5	46 43 33,3	46 43 34,2	46 43 33,8	
Эмбенскій постъ	» 12	48 32 25,3	—	48 32 25,3	
Карабулакъ	» 15	49 30 0,5	49 29 58,9	49 29 59,7	
Таласпай.	» 16	—	—	49 39 6,0	Писторовъ кругъ
Оренбургъ	» 29	51 45 30,9	51 45 34,5	51 45 32,7	Вертикальный кругъ
	1878 года.				
Кара-Хобда	Іюля 18	50 46 9,0	—	50 46 9,0	
Уильское укрѣпленіе	» 24	49 4 5,2	49 4 3,9	49 4 4,5	
Переправа черезъ р. Уилъ	» 25	48 50 8,1	—	48 50 8,1	
Кужа	» 27	48 4 4,4	48 4 3,8	48 4 4,1	
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	» 31	47 4 28,4	47 4 26,6	47 4 27,5	
Актанъ	Августа 3	48 16 19,0	48 16 19,5	48 16 19,3	
Акъ-Булакъ	» 7	49 50 15,4	49 50 14,0	49 50 14,7	
	1881 года.				
Городъ Гурьевъ	Іюля 18	—	—	47 7 4,9	
Курочкинъ проранъ	» 25	—	—	47 5 54,8	Писторовъ кругъ
Карабаспакъ	» 26	—	—	47 11 11,3	
Большая Ракушечья коса	» 28	—	—	47 2 33,5	
Жилая коса	» 30	—	—	46 48 48,9	
Жилая коса	Августа 2	—	—	46 48 54,6	
Курочкинъ проранъ	» 4	—	—	47 5 46,9	
Островъ Гогольскій	» 6	—	—	47 5 55,0	

Таблица 2.

Наблюденія поправокъ часовъ.

Названіе пунктовъ.	Годъ, мѣсяцъ и число.	Средн. мом. по хрон. G	Вост. звѣз.	Зап. звѣз.	Поправки часовъ.	Хрон.
	1877 г.					
Оренбургъ	Августа 2	$15^h32^m,5$	$3^h29^m17^s,32$	$3^h29^m17^s,75$	$3^h29^m17^s,53$	G
Оренбургъ	» 5	16 52,0	3 29 19,81	3 29 20,04	3 29 19,92	»
Яманъ-Карабутакъ	» 7	15 35,0	3 33 40,70	3 33 41,63	3 33 41,16	»
Переправа черезъ р. Илекъ	» 8	15 16,5	3 36 11,98	3 36 12,23	3 36 12,10	»
Актюбинское укрѣпленіе	» 9	15 29,5	3 37 53,16 53,26	3 37 53,22	3 37 53,22	» »
Чіили	» 14	14 49,5		3 37 41,38	3 37 41,38	»
Темирское укрѣпленіе	» 15	14 28,0	3 37 30,70	3 37 31,52	3 37 31,11	»
Эмбенскій постъ	» 17	15 1,6	3 39 39,68	3 39 40,39	3 39 40,04	»
Эмбенскій постъ	» 20	14 20,5	3 39 40,54	3 39 40,49	3 39 40,51	»
Аты-Джаксы	» 24	15 57,6	3 38 15,91	3 38 15,63	3 38 15,77	»
Кара-Тюбель	» 27	15 5,1	3 35 4,19	3 35 4,89	3 35 4,54	»
Телеке	» 30	15 46,7	3 32 0,68	3 32 1,30	3 32 0,99	»
Кандаралъ	Сентября 1	15 35,2	3 30 10,71	3 30 11,51	3 30 11,11	»
Акъ-Мечеть	» 3	15 12,9	3 28 5,56	3 28 5,93	3 28 5,74	»
Бокачи	» 5	15 25,9	3 25 57,12	3 25 56,60	3 25 56,86	»
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	» 6	16 43,9	3 23 59,98	3 24 0,14	3 24 0,06	»
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	» 9	17 2,8	3 24 0,34	3 24 0,81	3 24 0,57	»
Джангысъ-Джагылъ	» 13	15 22,0		3 25 38,93	3 25 38,93	»
Усканъ	» 14	16 50,1	3 27 4,22	3 27 4,99	3 27 4,61	»
Мынъ-су-алмазъ	» 17	18 55,8	3 29 13,41	3 29 13,80	1 29 13,61	»
Сай-Кудукъ	» 20	17 57,2	3 31 4,91	3 31 5,14	3 31 5,02	»
Сапракандыкъ-Кудукъ	» 22	16 31,6	3 34 19,71	3 34 20,09	3 34 19,90	»
Джаръ-Кудукъ	» 23	16 4,3	3 35 13,74	3 35 13,82	3 35 13,78	»
Джангысъ-Кудукъ	» 26	16 34,3	3 36 56,13	3 36 56,42	3 36 56,27	»
Айрикъ	» 30	18 46,7	3 35 44,15	3 35 44,04	3 35 44,10	»
Джебыске	Октября 5	16 37,2	3 39 25,14	3 39 25,57	3 39 25,35	»
Эмбенскій постъ	» 12	16 59,8	3 39 35,45	3 39 35,28 35,44	3 39 35,39	» »
Карабулакъ	» 15	18 45,0	3 37 41,80	3 37 42,17	3 37 41,98	»
Талоспай	» 16	23 34,1			0 11 6,10	K
Актюбинское укрѣпленіе	» 18	16 53,0	3 37 51,89	3 37 52,26	3 37 52,07	G
Оренбургъ	» 22	19 41,0	3 29 20,25	3 29 19,89	3 29 20,07	»
	1878 г.					
Оренбургъ	Іюля 15	10 13,0	7 4 58,75	7 4 58,91	7 4 58,83	G
Кара-Хобда	» 18	13 25,0	7 4 19,82	7 4 19,87	7 4 19,84	»
Уильское укрѣпленіе	» 23	10 31,0	7 3 10,00 9,93	7 3 9,77	7 3 9,86	» »
Уильское укрѣпленіе	» 24	10 12,0	7 3 9,81	7 3 9,61	7 3 9,71	э
Переправа черезъ р. Уилъ	» 25	12 44,0		7 2 18,92	7 2 18,92	»
Кужа	» 27	11 25,0	6 59 52,32	6 59 52,45	6 59 52,38	»
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	» 29	13 44,0	6 59 23,57	6 59 24,04	6 59 23,80	*
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	» 31	10 22,0	6 59 22,43	6 59 22,74	6 59 22,58	»
Актанъ	Августа 3	11 24,0	6 59 57,58	6 59 57,90	6 59 57,74	»
Уильское укрѣпленіе	» 5	10 32,0	7 3 3,05	7 3 3,45	7 3 3,25	»
Акъ-Булакъ	» 7	10 50,0	7 3 56,43	7 3 56,25	7 3 56,34	»
Оренбургъ	» 10	11 31,0	7 4 43,03	7 4 43,19	7 4 43,11	»
	1881 г.					
Гурьевъ	Іюля 18	Средній полдень.			—0 19 48,72	A
Гурьевъ	» 20				—0 19 43,15	»
Курочкинъ проранъ	» 25				—0 16 53,06	»
Карабаспакъ	» 26				—0 15 43,16	»
Большая Ракушечья коса	» 28				—0 15 55,32	»
Жилая коса	» 30				—0 14 4,84	»
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	» 31				—0 11 45,53	»
Жилая коса	Августа 2				—0 13 49,51	»
Курочкинъ проранъ	» 4				—0 16 12,14	»
Островъ Гогольскій	» 5				—0 17 24,18	»
Островъ Гогольскій	» 6				—0 17 19,40	»
Гурьевъ	» 9				—0 18 26,17	»

Таблица 3.

Сравненія хронометровъ.

1877 года.	*G — P*	*A — P*	*B — P*	*D — P*	*H — P*	*L — P*	*K — P*
Августа 5	$5^h30^m29^s,12$	$-0^h1^m35^s,35$	$-0^h7^m22^s,87$	$-0^h3^m53^s,95$	$-0^h\ 0^m15^s,00$	$+0^h0^m29^s,90$	$-0^h0^m39^s,60$
» 7	5 38 5,96	−0 1 34,60	−0 7 20,86	−0 3 53,34	−0 0 4,57	+0 0 32,71	−0 0 36,63
» 8	5 41 57,49	−0 1 34,08	−0 7 19,63	−0 3 53,17	+0 0 14,10	+0 0 34,49	−0 0 35,49
» 9	5 45 53,95	−0 1 33,66	−0 7 18,50	−0 3 52,84	+0 0 24,63	+0 0 36,23	−0 0 33,93
» 14	6 5 21,57	−0 1 28,98	−0 7 11,58	−0 3 50,14	+0 1 15,62	+0 0 45,03	−0 0 26,65
» 15	6 9 12,10	−0 1 27,28	−0 7 10,16	−0 3 51,36	+0 1 24,49	+0 0 47,15	−0 0 26,05
» 17	6 17 6,63	−0 1 25,26	−0 7 7,50	−0 3 53,14	+0 1 42,96	+0 0 50,96	−0 0 23,45
» 20	6 28 45,61	−0 1 24,17	−0 7 5,81	−0 3 51,81	+0 2 12,13	+0 0 54,75	−0 0 18,27
» 24	6 44 39,65	−0 1 19,66	−0 7 0,20	−0 3 50,44	+0 2 52,80	+0 1 3,42	−0 0 9,33
» 27	6 56 14,97	−0 1 16,83	−0 6 56,73	−0 3 48,72	+0 3 22,01	+0 1 10,01	−0 0 2,16
» 30	7 8 5,30	−0 1 11,10	−0 6 52,08	−0 3 46,91	+0 3 51,85	+0 1 17,76	+0 0 5,57
Сентября 1	7 15 52,65	−0 1 7,67	−0 6 48,86	−0 3 43,00	+0 4 12,99	+0 1 23,00	+0 0 11,53
» 3	7 23 38,45	−0 1 4,96	−0 6 46,71	−0 3 39,49	+0 4 33,90	+0 1 28,30	+0 0 17,19
» 5	7 31 31,19	−0 1 4,17	−0 6 45,10	−0 3 37,08	+0 4 54,68	+0 1 31,51	+0 0 21,82
» 6	7 35 38,94	−0 1 3,01	−0 6 43,89	−0 3 35,47	+0 5 5,72	+0 1 34,15	+0 0 24,61
» 9	7 47 28,03	−0 1 1,56	−0 6 41,38	−0 3 31,89	+0 5 35,66	+0 1 39,06	+0 0 31.81
» 13	8 2 51,40	−0 0 57,34	−0 6 38,18	−0 3 30,53	+0 6 13,37	+0 1 47,16	+0 0 42,78
» 14	8 7 0,83	−0 0 56,49	−0 6 37,64	−0 3 30,43	+0 6 23,26	+0 1 49,40	+0 0 45,27
» 17	8 19 5,95	−0 0 51,23	−0 6 32,74	−0 3 29,51	+0 6 52,38	+0 1 57,73	+0 0 54,95
» 20	8 30 41,09	−0 0 47,13	−0 6 28,95	−0 3 27,50	+0 7 21,08	+0 2 4,65	+0 1 4,56
» 22	8 38 16,83	−0 0 43,62	−0 6 25,77	−0 3 26,72	+0 7 39,43	+0 2 9,25	+0 1 10,38
» 23	8 42 7,62	−0 0 42,24	−0 6 24,50	−0 3 25,94	+0 7 49,13	+0 2 11,22	+0 1 13,90
» 26	8 53 59,32	−0 0 40,24	−0 6 21,77	−0 3 21,70	+0 8 19,15	+0 2 18,15	+0 1 23,68
» 30	9 10 0,17	−0 0 32,01	−0 6 14,74	−0 3 22,61	+0 8 55,78	+0 2 30,08	+0 1 33,93
Октября 5	9 29 9,82	−0 0 18,22	−0 6 5,04	−0 3 27,11	+0 9 35,25	+0 2 50,61	+0 1 40,20
» 12	9 56 40,00	−0 0 8,40	−0 5 59,06	−0 3 41,06	+0 10 35,91	+0 3 16,30	+0 1 43,00
» 15	10 8 40,98	−0 0 1,31	−0 5 54,14	−0 3 40,30	+0 11 7,45	+0 3 28,22	+0 1 50,81
» 16	10 11 6,15	−0 0 0,12	−0 5 53,60	−0 3 41,54	+0 11 13,62	+0 3 31,23	+0 1 51,01
» 18	10 20 8,64	+0 0 0,54	−0 5 54,37	−0 3 45,40	+0 11 35,00	+0 3 35,25	+0 1 53,55
» 22	10 36 14,55	+0 0 7,20	−0 5 48,73	−0 3 46,67	+0 12 16,27	+0 3 47,29	+0 2 3,94

Таблица 4.

Сравненія хронометровъ.

1878 года.	$G-P$	$A-P$	$B-P$	$F-P$	$H-P$	$L-P$	$K-P$
Іюля 15	$2^h\ 9^m30^s,48$	$-0^h1^m25^s,85$	$-0^h0^m24^s,72$	$-0^h1^m\ 2^s,38$	$+0^h0^m14^s,18$	$-0^h0^m22^s,55$	$-0^h0^m12^s,74$
» 18	2 21 56,58	—0 1 33,41	—0 0 29,07	—0 1 4,17	+0 0 16,80	—0 0 25,51	—0 0 15,10
» 23	2 41 19,52	—0 1 44,88	—0 0 34,96	—0 1 3,84	+0 0 21,47	—0 0 29,87	—0 0 19,56
» 24	2 45 13,59	—0 1 47,21	—0 0 35,84	—0 1 3,57	+0 0 23,76	—0 0 30,40	—0 0 20,13
» 25	2 49 36,83	—0 1 50,27	—0 0 37,10	—0 1 4,71	+0 0 24,81	—0 0 31,40	—0 0 21,02
» 27	2 57 19,94	—0 1 55,17	—0 0 39,19	—0 1 5,78	+0 0 26,74	—0 0 32,90	—0 0 22,40
» 29	3 5 39,46	—0 2 0,44	—0 0 41,30	—0 1 7,21	+0 0 27,38	—0 0 35,81	—0 0 24,19
» 31	3 13 1,46	—0 2 4,51	—0 0 42,54	—0 1 5,47	+0 0 28,62	—0 0 36,95	—0 0 24,88
Августа 3	3 25 6,50	—0 2 11,87	—0 0 46,21	—0 1 7,39	+0 0 31,33	—0 0 40,00	—0 0 27,16
» 5	3 32 55,10	—0 2 16,64	—0 0 48,79	—0 1 9,43	+0 0 32,61	—0 0 42,28	—0 0 29,18
» 7	3 40 54,60	—0 2 20,66	—0 0 50,90	—0 1 11,36	+0 0 33,62	—0 0 44,62	—0 0 30,78
» 10	3 52 56,17	—0 2 27,64	—0 0 54,83	—0 1 14,10	+0 0 35,19	—0 0 52,19	—0 0 34,48

Таблица 5.

Сравненія хронометровъ.

1881 года.	$G-P$	$A-P$	$B-P$	$K-P$	$X-P$
Іюля 18	$6^h38^m\ 7^s,45$	$-0^h0^m37^s,98$	$-0^h3^m19^s,40$	$-0^h0^m48^s,73$	$-0^h4^m\ 3^s,96$
» 20	6 46 13,64	—0 0 42,63	—0 3 19,85	—0 0 49,23	—0 4 2,80
» 25	7 6 10,59	—0 0 54,45	—0 3 16,32	—0 0 52,09	—0 3 55,45
» 26	7 10 8,79	—0 0 57,26	—0 3 15,20	—0 0 53,27	—0 3 54,50
» 28	7 18 9,36	—0 1 3,28	—0 3 12,93	—0 0 54,23	—0 3 51,77
» 30	7 26 5,08	—0 1 9,10	—0 3 10,87	—0 0 55,67	—0 3 49,57
» 31	7 30 5,17	—0 1 12,22	—0 3 9,78	—0 0 56,32	—0 3 48,19
Августа 2	7 38 8,76	—0 1 18,18	—0 3 8,44	—0 0 57,60	—0 3 45,34
» 4	7 46 9,82	—0 1 24,63	—0 3 6,37	—0 0 58,28	—0 3 42,46
» 5	7 50 10,10	—0 1 27,58	—0 3 5,34	—0 0 58,73	—0 3 41,44
» 6	7 54 10,56	—0 1 31,10	—0 3 4,75	—0 0 59,46	—0 3 40,22
» 9	8 6 7,36	—0 1 38,92	—0 3 1,35	—0 1 0,88	—0 3 34,46

Таблица 6.

Поправки хронометровъ противъ мѣстнаго звѣзднаго времени.

1877 г.	Мом. по *G*	*G*	*A*	*B*	*D*	*H*	*L*	*K*	*P*
Авг.	5,702694	$3^h29^m19^s,92$	$8^h58^m13^s,69$	$8^h52^m26^s,17$	$8^h55^m55^s,09$	$8^h59^m34^s,04$	$9^h\ 0^m18^s,94$	$8^h59^m\ 9^s,44$	$8^h59^m49^s,04$
»	7,64931	3 33 41,16	9 10 12,52	9 4 26,26	9 7 53,78	9 11 51,69	9 12 19,83	9 11 10,49	9 11 47,12
»	8,63646	3 36 12,10	9 16 35,51	9 10 49,96	9 14 16,42	9 18 23,69	9 18 44,08	9 17 34,21	9 18 9,59
»	9,645486	3 37 53,22	9 22 13,51	9 16 28,67	9 19 54,33	9 24 11,80	9 24 23,40	9 23 13,24	9 23 47,17
»	14,61806	3 37 41,38	9 41 33,97	9 35 51,43	9 39 12,81	9 44 18,37	9 43 47,98	9 42 36,39	9 43 2,95
»	15,60278	3 37 31,11	9 45 15,93	9 39 33,05	9 42 51,85	9 48 7,70	9 47 30,36	9 46 17,16	9 46 43,21
»	17,626111	3 39 40,04	9 55 21,41	9 49 39,17	9 52 53,53	9 58 29,63	9 57 37,63	9 56 23,22	9 56 46,67
»	20,597569	3 39 40,51	10 7 1,95	10 1 20,31	10 4 34,31	10 10 38,25	10 9 20,87	10 8 7,85	10 8 26,12
»	24,66500	3 38 15,77	10 21 35,76	10 15 55,22	10 19 4,98	10 25 48,22	10 23 58,84	10 22 46,09	10 22 55,42
»	27,62854	3 35 4,53	10 30 2,67	10 24 22,77	10 27 30,78	10 34 41,51	10 32 29,51	10 31 17,34	10 31 19,50
»	30,65743	3 32 0,99	10 38 55,19	10 33 14,21	10 36 19,38	10 43 58,14	10 41 24,05	10 40 11,86	10 40 6,29
Сент.	1,64944	3 30 11,12	10 44 56,10	10 39 14,91	10 42 20,77	10 50 16,76	10 47 26,77	10 46 15,30	10 46 3,77
»	3,63396	3 28 5,74	10 50 39,23	10 44 57,48	10 48 4,70	10 56 18,09	10 53 12,49	10 52 1,38	10 51 44,19
»	5,64305	3 25 56,86	10 56 23,88	10 50 42,95	10 53 50,97	11 2 22,73	10 58 59,56	10 57 49,87	10 57 28,05
»	6,697153	3 24 0,06	10 58 35,99	10 52 55,11	10 56 3,53	11 4 44,72	11 1 13,15	11 0 3,61	10 59 39,00
»	9,710278	3 24 0,57	11 10 27,04	11 4 47,22	11 7 56,71	11 17 4,26	11 13 7,66	11 12 0,41	11 11 28,60
»	13,64028	3 25 38,93	11 27 32,99	11 21 52,15	11 24 59,80	11 34 43,70	11 30 17,49	11 29 13,11	11 28 30,33
»	14,70139	3 27 4,58	11 33 8,92	11 27 27,77	11 30 34,98	11 40 28,67	11 35 54,81	11 34 50,68	11 34 5,41
»	17,78875	3 29 13,61	11 47 28,33	11 41 46,82	11 44 50,05	11 55 11,94	11 50 17,29	11 49 14,51	11 48 19,56
»	20,74806	3 31 5,02	12 0 58,98	11 55 17,16	11 58 18,61	12 9 7,19	12 3 50,76	12 2 50,67	12 1 46,11
»	22,68861	3 34 19,90	12 11 53,11	12 6 10,96	12 9 10,01	12 20 16,16	12 14 45,98	12 13 47,11	12 12 36,73
»	23,66965	3 35 13,78	12 16 39,16	12 10 56,90	12 13 55,46	12 25 10,53	12 19 32,62	12 18 35,30	12 17 21,40
»	26,69049	3 36 56,27	12 30 15,35	12 24 33,82	12 27 33,89	12 39 14,74	12 33 13,74	12 32 19,27	12 30 55,59
»	30,78241	3 35 44,10	12 45 12,26	12 39 29,53	12 42 21,66	12 54 40,05	12 48 14,35	12 47 18,20	12 45 44,27
Окт.	5,69250	3 39 25,35	13 8 16,95	13 2 30,13	13 5 8,06	13 18 10,42	13 11 25,78	13 10 15,37	13 8 35,17
»	12,708194	3 39 35,39	13 36 6,99	13 30 16,33	13 32 34,33	13 46 51,30	13 39 31,69	13 37 58,39	13 36 15,39
»	15,78125	3 37 41,98	13 46 21,65	13 40 28,82	13 42 42,66	13 57 30,41	13 49 51,18	13 48 13,77	13 46 22,96
»	16,40137	3 37 57,10	13 49 3,13	13 43 9,65	13 45 21,71	14 0 16,87	13 52 34,48	13 50 54,26	13 49 3,25
»	18,703472	3 37 52,07	13 58 1,25	13 52 6,34	13 54 15,31	14 9 35,71	14 1 35,96	13 59 54,26	13 58 0,71
»	22,820139	3 29 20,07	14 5 41,83	13 59 45,90	14 1 47,96	14 17 50,90	14 9 21,92	14 7 38,57	14 5 34,62

Таблица 7.

Поправки хронометровъ противъ мѣстнаго звѣзднаго времени.

1878 г.	Мом. по *G*	*G*	*A*	*B*	*F*	*H*	*L*	*K*	*P*
Іюля	15,42569	$7^h\ 4^m 58^s,83$	$9^h 13^m\ 3^s,46$	$9^h 14^m\ 4^s,59$	$9^h 13^m 26^s,93$	$9^h 14^m 43^s,49$	$9^h 14^m\ 6^s,76$	$9^h 14^m 16^s,57$	$9^h 14^m 29^s,31$
»	18,55902	7 4 19,84	9 24 43,01	9 25 47,35	9 25 12,25	9 26 33,22	9 25 50,91	9 26 1,32	9 26 16,42
»	23,43819	7 3 9,86	9 42 44,50	9 43 54,42	9 43 25,54	9 44 50,85	9 43 59,51	9 44 9,82	9 44 29,38
»	24,42500	7 3 9,71	9 46 36,09	9 47 47,46	9 47 19,73	9 48 47,06	9 47 52,90	9 48 3,17	9 48 23,30
»	25,53056	7 2 18,92	9 50 5,48	9 51 18,65	9 50 51,04	9 52 20,56	9 51 24,35	9 51 34,73	9 51 55,75
»	27,47569	6 59 52,38	9 55 17,15	9 56 32,23	9 56 6,54	9 57 39,06	9 56 39,42	9 56 49,92	9 57 12,32
»	29,57221	6 59 23,80	10 3 2,82	10 4 21,96	10 3 56,05	10 5 30,64	10 4 27,45	10 4 39,07	10 5 3,26
»	31,43194	6 59 22,58	10 10 19,53	10 11 41,50	10 11 18,57	10 12 53,79	10 11 47,09	10 11 59,16	10 12 24,04
Авг.	3,47500	6 59 57,74	10 22 52,37	10 24 18,03	10 23 56,85	10 25 35,57	10 24 24,24	10 24 37,08	10 25 4,24
»	5,43889	7 3 3,25	10 33 41,71	10 35 9,56	10 34 48,92	10 36 30,96	10 35 16,08	10 35 29,17	10 35 58,35
»	7,45139	7 3 56,34	10 42 30,28	10 44 0,04	10 43 39,58	10 45 24,56	10 44 6,32	10 44 20,16	10 44 50,94
»	10,47917	7 4 43,11	10 55 11,64	10 56 44,45	10 56 25,18	10 58 14,47	10 56 47,09	10 57 4,80	10 57 39,28

Таблица 8.

Поправки хронометровъ противъ мѣстнаго средняго времени.

1881 г.	Средн. п. д.	*G*	*A*	*B*	*K*	*X*	*P*
Іюля	18,0	$6^h 58^m 34^s,15$	$-0^h 19^m 48^s,72$	$-0^h 17^m\ 7^s,30$	$-0^h 19^m 37^s,97$	$-0^h 16^m 22^s,74$	$-0^h 20^m 26^s,70$
»	20,0	7 6 39,42	—0 19 43,15	—0 17 5,93	—0 19 36,55	—0 16 22,98	—0 20 25,78
»	25,0	7 23 58,10	—0 16 53,06	—0 14 31,19	—0 16 55,42	—0 13 52,08	—0 17 47,51
»	26,0	7 26 49,21	—0 15 43,16	—0 13 25,25	—0 15 47,15	—0 12 45,92	—0 16 40,42
»	28,0	7 35 7,96	—0 15 55,32	—0 13 45,67	—0 16 4,37	—0 13 6,81	—0 16 58,60
»	30,0	7 41 19,02	—0 14 4,84	—0 12 3,07	—0 14 18,27	—0 11 24,37	—0 15 13,94
»	31,0	7 43 2,92	—0 11 45,53	—0 9 47,97	—0 12 1,43	—0 9 9,56	—0 12 57,75
Авг.	2,0	7 53 16,45	—0 13 49,51	—0 11 59,25	—0 14 10,09	—0 11 22,35	—0 15 7,69
»	4,0	8 3 46,59	—0 16 12,14	—0 14 30,40	—0 16 38,49	—0 13 54,31	—0 17 36,77
»	5,0	8 9 1,86	—0 17 24,18	—0 15 46,42	—0 17 53,03	—0 15 10,28	—0 18 51,76
»	6,0	8 13 1,06	—0 17 19,40	—0 15 45,75	—0 17 51,04	—0 15 10,28	—0 18 50,50
»	9,0	8 26 12,45	—0 18 26,17	—0 17 3,74	—0 19 4,21	—0 16 30,63	—0 20 5,09

Таблица 9.

Долготы отъ Оренбурга.

	G	A	B	D	H	L	K	P	Среднее.	Вѣр. долгота	
Яманъ Карабутакъ......	0^h $4^m 19^s,46$	$19^s,62$	$19^s,56$	$19^s,77$	$19^s,73$	$19^s,39$	$19^s,88$	$19^s,70$	0^h $4^m 19^s,64$	0^h $4^m 19^s,64$	Вост.
Переправа чер. р. Илекъ..	0 6 49,50	49,74	49,71	49,67	49,33	49,61	49,73	49,70	0 6 49,62	0 6 49,66	»

Долготы отъ Актюбинскаго укрѣпленія.

	G	A	B	D	H	L	K	P	Среднее.	Вѣр. долгота	
Таласпай................	0 0 5,10	6,27	6,07	5,70	4,81	6,78	5,01	3,50	0 0 5,40	0 0 5,38	»
Карабулакъ..............	0 0 10,00	8,56	8,55	8,08	9,82	8,86	8,66	11,07	0 0 9,20	0 0 9,33	Зап.
Чіили....................	0 0 13,91	13,67	12,99	10,23	10,94	13,50	12,28	13,12	0 0 12,58	0 0 12,78	»
Темирское укрѣпленіе....	0 0 24,59	24,22	24,20	22,63	22,95	24,41	24,28	24,33	0 0 23,95	0 0 24,22	»
Эмбенскій постъ.........	0 1 44,82	42,28	45,82	46,13	43,64	39,28	42,25	43,78	0 1 43,50	0 1 43,47	Вост.

Долготы отъ Эмбенскаго поста.

	G	A	B	D	H	L	K	P	Среднее.	Вѣр. долгота	
Аты-Джаксы............	0 1 24,56	25,68	24,76	27,67	25,78	25,86	26,42	25,16	0 1 25,74	0 1 25,71	Зап.
Кара-Тюбель............	0 4 35,67	37,86	36,44	40,13	38,00	37,44	38,02	36,50	0 4 37,51	0 4 37,39	»
Телеке..................	0 7 39,07	39,84	39,64	45,18	42,87	40,64	41,86	40,47	0 7 41,20	0 7 40,98	»
Кандаралъ..............	0 9 28,85	28,85	28,94	33,14	31,92	29,95	30,86	30,44	0 9 30,37	0 9 30,28	»
Акъ-Мечеть............	0 11 34,15	33,84	34,59	36,79	36,43	34,49	35,43	35,70	0 11 35,18	0 11 35,11	»
Бокачи..................	0 13 42,94	43,15	43,15	43,89	43,63	43,50	43,44	43,30	0 13 43,37	0 13 43,37	»
Джангысъ-Джагылъ.....	0 13 60,75	62,73	62,46	58,18	58,67	64,10	58,14	60,62	0 14 0,71	0 14 0,84	»
Усканъ..................	0 12 34,94	37,63	37,32	31,82	32,46	39,03	31,98	34,67	0 12 34,98	0 12 35,11	»
Мынъ-су-алмазъ.......	0 10 25,46	28,05	27,08	20,74	22,15	30,50	19,66	25,36	0 10 24,87	0 10 25,21	»
Сай-Кудукъ.............	0 8 33,61	36,92	35,30	26,12	28,58	40,52	24,65	33,58	0 8 32,41	0 8 33,03	»
Сопракандыкъ-Кудукъ..	0 5 18,44	21,51	19,58	9,78	12,87	26,61	7,99	18,55	0 5 16,92	0 5 17,64	»
Джаръ-Кудукъ..........	0 4 24,42	27,38	25,23	14,39	17,76	33,19	12,25	24,11	0 4 22,34	0 4 23,20	»
Джангылъ-Кудукъ.......	0 2 41,48	45,27	41,40	24,33	30,25	50,19	24,00	39,24	0 2 37,02	0 2 38,45	»
Айрикъ	0 3 53,05	55,63	51,62	36,10	42,85	62,31	34,58	51,23	0 3 48,42	0 3 49,89	»
Джебыске..............	0 0 11,08	11,62	10,09	1,11	9,93	18,13	0,77	13,11	0 0 9,48	0 0 10,51	»

Таблица 10.

Долготы отъ Оренбурга.

	G	A	B	F	H	L	K	P	Среднее.	Вѣр. долгота.	
Кара-Хобда........	$0^h0^m36^s,80$	$37^s,63$	$37^s,72$	$37^s,60$	$37^s,03$	$36^s,10$	$36^s,03$	$37^s,27$	$0^h0^m37^s,11$	$0^h0^m37^s,02$	Зап.
Акъ булакъ.......	0 0 48,88	49,01	48,87	47.70	48,30	45,45	48,13	49,02	0 0 48,17	0 0 48,33	»
Уильское укрѣпленіе..... ..	0 1 43,33	44,03	43,68	41,13	42,20	40,17	42,82	43,44	0 1 42,60	0 1 42,80	»

Долготы отъ Уильскаго укрѣпленія.

	G	A	B	F	H	L	K	P	Среднее.	Вѣр. долгота.	
Переправа черезъ р. Уилъ...	0 0 50,22	50,71	50,39	50,72	50,06	50,25	50,39	50,40	0 0 50,39	0 0 50,39	»
Нижне-Эмбенское укрѣпленіе	0 3 43,25	44,23	43,37	43,64	43,51	43,82	43,67	43,85	0 3 43,67	0 3 43,64	»

Долготы отъ Нижне-Эмбенскаго укрѣпленія.

	G	A	B	F	H	L	K	P	Среднее.	Вѣр. долгота.	
Кужа........	0 0 27,50	27,57	26,33	27,39	28,23	28,23	27,61	27,53	0 0 27,55	0 0 27,58	Вост.
Актанъ..........	0 0 36,73	36,92	36,52	37,04	36,32	36,84	36,90	36,68	0 0 36,74	0 0 36,77	»

Таблица 11.

Долготы отъ Нижне-Эмбенскаго укрѣпленія.

	G	A	B	K	X	P	Среднее	
Жилая коса....	0 2 14,89	14,20	13,83	14,12	14,14	14,11	0 2 14,21	Зап.

Долготы отъ Жилой косы.

	G	A	B	K	X	P	Среднее	
Курочкинъ проранъ........	0 2 32,28	29,95	30,28	30,90	30,74	30,36	0 2 30,75	Зап.

Долготы отъ Курочкина прорана.

	G	A	B	K	X	P	Среднее	
Карабаспакъ..............	0 1 7,43	6,24	6,37	7,02	6,77	6,45	0 1 6,71	Вост.
Большая Ракушечья коса....	0 0 46,19	46,77	46,82	47,29	47,09	46,98	0 0 46,86	»
Островъ Гогольскій........	0 1 16,61	15,65	16,16	16,18	15,43	15,98	0 1 16,00	Зап.
Гурьевъ..................	0 2 33,17	32,05	34,04	33,43	33,61	33,30	0 2 33,27	»

ОТЧЕТНАЯ КАРТА
хронометрическихъ экспедицій
въ Тургайской и Уральской областяхъ
въ 1875-1876-1877 и 1878 годахъ
Масштабъ 100 верстъ въ дюймѣ
100 0 100 200 300
ЗЕМЛЯ
ОРЕНБУРГСКАГО
КАЗАЧЬЯГО
ВОЙСКА
ТРОИЦКЪ
Николаевская
ЗЕМЛЯ
УРАЛЬСКАГО
КАЗАЧЬЯГО
ВОЙСКА
ОРЕНБУРГЪ
УРАЛЬСКЪ
Рѣка Ураль
ИЛЕЦКЪ
ОРСКЪ
Губерлинская
Оз. Джиты куль
Оз. Айке
Яманъ Карабутакъ
Кос Истекъ
Укр Актюбинское
К. Акъ булакъ
Шотъ васъ
ТУРГАЙ
Фор Карабутакъ
Таласпай
Карабулакъ
Тюля кудукъ
Мог. Батъ
КАЛМЫКОВЪ
Ур. Байбаракъ
Ур Коскуль
Укр. Уильское
Укр Темирское
(Каракалпакъ)
ИРГИЗЪ
Оз. Сазынъ вай
Оз. Бощекуль
Улу тау
Эмбенскій постъ
(Упраздненъ)
М. Актанъ
Сары Урлагы
Сарайчиковск.
Кара тюбе
Вахрхи
Коп. Домбаякты
М. Телене
ГУРЬЕВЪ
Укр Нижне Эмбенское
Ур Кандараль
Джангиль Чагиль
Родъ Уиканъ
Джебыске
Родъ Айрикъ
Тереклы
Оз. Асмантой матай
Сой кудукъ
Оз. Самъ
Кандыкъ
Коп. Джарь кудукъ
Джанинъ кос кудукъ
Каспійское море
УСТЮРТЪ
Аральское море
КАЗАЛИНСКЪ
Р. Сыръ дарья
ПЕРОВСКЪ
Оз. Арысъ
Куль кудукъ
Астрономическіе пункты

II.

Отчетъ объ астрономическихъ работахъ Памирской экспедиціи 1883 года.

(Геодезистъ, подполковникъ **И. И. Померанцевъ**).

Въ 1883 году, по приказанію командующаго войсками Туркестанскаго военнаго округа, была снаряжена ученая Памирская экспедиція, въ составъ которой вошли: генеральнаго штаба капитанъ Путята, геологъ Ивановъ и классный топографъ Бендерскій. Первый изъ нихъ, совершившій, послѣ необходимой практики при Ташкентской обсерваторіи, хронометрическія поѣздки въ 1882 году въ Кизылъ-Кумахъ и Кара-Кумахъ, получилъ, между прочимъ, порученіе выполнить астрономическій отдѣлъ экспедиціи. Подробный планъ работъ этой экспедиціи, зависившей вполнѣ отъ многихъ, непредвидѣнныхъ случайностей, очевидно, не могъ быть заранѣе выработанъ; тѣмъ не мевѣе капитанъ Путята получилъ инструкцію, главнѣйшія положенія которой можно резюмировать въ слѣдующихъ словахъ:

1) Широты опредѣлять по полуденнымъ высотамъ солнца изъ наблюденій 12 — 16 прикосновеній верхняго и нижняго краевъ. Допускались также опредѣленія по Polaris изъ того же числа наведеній.

2) Для опредѣленія времени рекомендовался способъ соотвѣтствующихъ высотъ солнца (12 — 16 прикосновеній обоихъ краевъ) но съ тѣмъ чтобы: a) отчеты производились по обоимъ верньерамъ, b) опредѣлялась коллимоціонная ошибка, соотвѣтствующая утреннимъ и вечернимъ наблюденіямъ, c) сравнивались всѣ хронометры между собою до и послѣ утреннихъ и вечернихъ наблюденій и d) замѣчались показанія метеорологическихъ инструментовъ, соотвѣтствующія утреннимъ и вечернимъ наблюденіямъ. Способъ этотъ имѣлъ ту выгоду, что, при одной неудачной половинѣ наблюденій, другая могла дать совершенно самостоятельное опредѣленіе времени.

3) Абсолютныя долготы основныхъ пунктовъ предполагалось опредѣлять изъ наблюденій покрытія звѣздъ. Чтобы имѣть соотвѣтственыя наблюденія, на Ташкентской обсерваторіи наблюдались всѣ покрытія, данныя въ Nautical Almanac. Въ крайнемъ случаѣ, при неудачѣ этихъ наблюденій, капитану Путята предоставлялось принять за основныя англійскія и русскія опредѣленія на Памирѣ.

4) Долготы промежуточныхъ пунктовъ имѣлось въ виду опредѣлить перевозкою карманныхъ хронометровъ. Для опредѣленія вѣсовъ ихъ, наблюдателю рекомендовалось сравнивать хронометры между собою ежедневно, въ одинъ и тотъ же часъ. Кромѣ того, для введеніи поправокъ, зависящихъ отъ неполной компенасаціи хронометровъ, предполагалось замѣчать температуру 3 — 4 раза въ день. Для этой цѣли въ хронометрическомъ ящикѣ были уложены два небольшихъ термометра.

Для исполненія этой программы капитанъ Путята получилъ изъ Ташкентской Обссерваторіи слѣдующіе инструменты:

1) Трубу Долонда № 49 на подставкѣ. Отверстіе объектива 52^{mm}; фокусное разстояніе $0^{m}.80$, увеличеніе 27, поле зрѣнія около 1°. Этою трубою могли быть наблюдаемы вполнѣ удовлетворительно покрытія звѣздъ до 4 величины включительно.

2) Большой кругъ Пистора № 114 (діаметръ круга 25^{cm}, отверстіе объектива 17^{mm}, увеличеніе 8) съ ртутнымъ горизонтомъ работы Брауера. Инструментъ этотъ носитъ на себѣ слѣды многочисленныхъ экспедицій, произведенныхъ при самыхъ неблагопріятныхъ условіяхъ. По конструкціи своей онъ долженъ быть отнесенъ къ старому образцу, такъ какъ зеркало и призма имѣютъ исправительные винты. Обстоятельство это, при неудобствѣ пути, можетъ быть источникомъ перемѣны въ этихъ частяхъ инструмента. Наконецъ надо еще упомянуть о значительномъ зазорѣ между кругомъ и верньерами, что ведетъ къ большой личной ошибкѣ при отсчитываніяхъ.

3) Карманные хронометры:

Wiren	79	(a)	Средніе, бьющіе $0^{s}.4$.
Frodsham	9701	(c)	
»	9703	(d)	
»	3223	(e)	

изъ нихъ (с) до отправленія въ экспедицію, по неизвѣстной причинѣ, получилъ очень большой ходъ (около 79^{s} въ сутки), который однако во все время экспедиціи сохранялся не хуже другихъ.

4) Два ртутные барометра работы Брауера со шкалою, раздѣленною на полулиніи. Поправки, опредѣленныя до экспедиціи, относительно барометра Обсерваторіи, таковы:

№ 96..............	—2,5 полулиній
№ 20..............	—1,2 »

5) Два термометра Geissler №№ 434 и 443 со шкалою Цельзія, поправки которыхъ:

№ 434.........	—0°,42	при +27°.
№ 443.........	—0,53	

6) Два малыхъ термометра Реомюра въ хронометрическомъ ящикѣ, поправки которыхъ:

№ 1 . . . . $-1^{\circ}{,}1$ } при $+22^{\circ}$.
№ 2 . . . . $-1{,}2$ }

7) Спиртовую лампочку, фонарь для наблюденій, запасные листы слюды и проч. принадлежности.

Относительно способовъ перевозки хронометровъ и другихъ инструментовъ подполковникъ Путята сообщаетъ слѣдующее: «Хронометры перевозились на вьючной лошади, покрытой обыкновеннымъ туземнымъ вьючнымъ сѣдломъ (т. назыв. «полянка») изъ кошмы, подбитой толстымъ слоемъ соломы. На эту лошадь симметрично грузились мягкіе предметы: одѣяла, палатка и проч. Поверхъ всего на средину вьюка ставился ящикъ съ хронометрами, окутанный предварительно нѣсколько разъ въ широкое сартовское одѣяло, простеганное на ватѣ, и привязывался къ веревкѣ вьюка отдѣльными бичевками. Въ экстренныхъ случаяхъ, три раза, приходилось перевозить хронометры на короткія разстоянія, привязавъ ихъ къ задней лукѣ сѣдла, но также въ сартовскомъ одѣялѣ.

Прочіе инструменты перевозились въ яктанахъ на вьюкѣ, въ положеніи почти горизонтальномъ.

Заводились хронометры неизмѣнно два раза въ день утромъ въ 7 — 8 ч. и вечеромъ въ тоже время и, почти всегда, неполное число разъ, такимъ образомъ, чтобы стрѣлка указателя на циферблатѣ не была доведена на одно дѣленіе т. е. на $\frac{1}{6}$ часть круга.

Послѣдовательный ходъ работъ экспедиціи видѣнъ изъ прилагаемой таблицы, въ которой числа дней показаны по новому стилю.

Число.	Мѣсто наблюденія.	Примѣчаніе.
15 Іюня.	Городъ Ошъ	Наблюденія произведены у метеорологической станціи. Пунктъ этотъ былъ опредѣленъ въ 1876 году подполковникомъ Бонсдорфомъ, который наблюдалъ въ «Урдѣ». Редукція наблюденій г. Бонсдорфа на наблюденія г. Путята, взятая съ плана имѣющаго масштабъ въ 250 саж., такова $\Delta\varphi = -43''{,}6 \quad \Delta\lambda = +0^{s}{,}03$ *)
23 Іюня.	Укрѣпленіе Гульча.	Наблюденія произведены у комендантскаго дома. Изъ прежнихъ опредѣленій Гульчи слѣдуетъ упомянуть о наблюденіяхъ подполковника Бонсдорфа въ 1876 году (мѣсто наблюденія неизвѣстно; но во всякомъ случаѣ не далеко отъ пункта г. Путята, потому что укрѣпленіе имѣетъ видъ редута, бокъ котораго около 70 саж.) и г. Шварца въ 1877 и 1878 годахъ, который оба раза наблюдалъ у воротъ крѣпости. Редукція его наблюденій на наблюденія г. Путята, взятая съ 250 саж. плана: $\Delta\varphi = -0''{,}5 \quad \Delta\lambda = +0^{s}{,}90$ Наконецъ широта укрѣпленія Гульчи была опредѣлена еще г. Скасси въ 1878 году.
27 Іюня.	Урочище Сары-Ташъ.	Урочище расположено въ долинѣ р. Кизылъ-Су. Наблюденія произведены у солдатскихъ кухонь. Въ 1878 году, вблизи этого пункта, наблюдалъ г. Шварцъ, мѣсто наблюденій котораго лежитъ къ ю.-в. отъ пункта г. Путята на $+1'\,5''$ по широтѣ и $-15^{s}{,}4$ по долготѣ.

*) Въ 1884 году долгота Оша опредѣлена по телеграфу и широта изъ наблюденій вертикальнымъ кругомъ 5 паръ звѣздъ.

Число.	Мѣсто наблюденія.	Примѣчаніе.
		Редукція эта взята съ пятиверстной карты, а потому не имѣетъ достаточной точности, но, за неимѣніемъ лучшаго, пришлось ею воспользоваться.
29 Іюня.	Перевалъ Кизылъ-артъ.	На сѣверномъ склонѣ перевала въ 865 саж. отъ его вершины.
3 Іюля.	Урочище Сары-Бель.	Урочище лежитъ въ верховьяхъ р. Марканъ-Су.
9 Іюля.	Пикъ Ерма.	Мѣсто наблюденія южнѣе озера малый Карка-Куль, у подножія пика Ерма въ горахъ Чаркумъ, окаймляющихъ съ запада долину р. Кара-Су.
12 Іюля.	Крѣпость Ташъ-Курганъ.	Наблюденія произведены къ с.-з. отъ китайской крѣпости. Редукція наблюденій капитана Путята на крѣпость $\Delta\varphi = -55{,}''9 \qquad \Delta\lambda = -1{,}^{s}17$ Данныя эти взяты съ 250 саж. плана, снятаго клас. топографомъ Бендерскимъ во время экспедиціи. Ташъ-Курганъ былъ опредѣленъ также Троттеромъ въ 1873 году. Къ сожалѣнію намъ неизвѣстно мѣсто его наблюденій. Какъ кажется онъ наблюдалъ къ сѣверу отъ крѣпости *), при чемъ разстояніе отъ нея, судя по съемкѣ г. Бендерскаго, должно простираться до нѣсколькихъ верстъ — между тѣмъ въ спискѣ пунктовъ значится «лагерь близъ форта», а потому надо думать, что наблюденія Троттера были впослѣдствіи редуцированы на мѣсто нахожденія лагеря. По разспросамъ членовъ Памирской экспедиціи этотъ послѣдній былъ расположенъ въ очень близкомъ разстояніи отъ крѣпости. Не зная точно его положенія, мы, въ дальнѣйшихъ изысканіяхъ, будемъ полагать что географическія координаты, данныя Троттеромъ, относятся къ крѣпости.
14 Іюля.	Рабатъ Акъ-Ташъ.	Мѣсто наблюденія на перекресткѣ дорогъ изъ Вахана, Ташъ-Кургана и Рангъ-Куля. Вблизи него также имѣется астрономическій пунктъ Троттера, названный имъ урочищемъ Кагачакъ. Вотъ какъ описываетъ положеніе его г. Минаевъ «спустившись съ перевала Неза-Ташъ, экспедиція прослѣдовала нѣсколько миль въ западномъ направленіи, по глубокому снѣгу, и остановилась у Качагака. Урочище это находится около трехъ миль отъ перевала, выше сліянія рѣки съ рѣкою Аксу. На слѣдующій день, 4 Апрѣля, переваливъ черезъ отрогъ, находящійся между двумя рѣками, путешественники спустились въ долину Аксу на высотѣ 12600 фут. надъ уровнемъ моря, немного сѣвернѣе Акташа (въ трехъ миляхъ отъ Кагачака)» **). Замѣтимъ во первыхъ, что упоминаемый Троттеромъ Акташъ лежитъ южнѣе, какъ это видно изъ съемки г. Бендерскаго, пункта наблюденій г. Путята. Далѣе, есть большая вѣроятность предположить, что мѣста наблюденій обоихъ путешественниковъ совпадаютъ, потому что, именно отъ рабата идетъ дорога, по которой двинулся Троттеръ 4 Апрѣля 1873 года. — Единственнымъ аргументомъ противъ такого предположенія является несогласіе разстояній отъ пункта наблюденія до р. Аксу по Троттеру и Бендерскому. Первый оцѣниваетъ его въ 3 мили, по съемкѣ же втораго оно 6 верстъ. По нашему мнѣнію несогласіе это надо объяснить неточною оцѣнкою разстоянія Троттера. Въ виду вышеизложеннаго, мы приняли, что наблюденія г. Путята были произведены въ томъ же мѣстѣ, какъ и г. Троттеромъ.
25 Іюля.	Устье Шиль-бюле.	Пунктъ наблюденій близъ впаденія ручья Шильбюле въ р. Мургабъ.
30 Іюля.	Озеро Яшиль-куль.	Пунктъ наблюденій у впаденія ручья Секки-Булакъ ***) въ р. Алигуръ. Вблизи него наблюдалъ также въ 1878 году г. Скасси. Послѣд-

*) Н. Минаевъ. Свѣдѣнія о странахъ по верховьямъ Аму-Дарьи, стр. 171.
**) Н. Минаевъ. Свѣдѣнія о странахъ по верховьямъ Аму-Дарьи, стр. 174.
***) Ручей этотъ называется также Крсень-булакъ.

Число.	Мѣсто наблюденія.	Примѣчаніе.
		нимъ опредѣленъ «восточный мысъ» на озерѣ Яшиль-кулѣ. Съ пятиверстной рекогносцировки г. Бендерскаго получаемъ для редукціи пунктъ Скасси отъ пункта Путята слѣдующія данныя:. Магнитный азимутъ 234°,5 разстояніе 3,0 верстъ. Отсюда имѣетъ: $\Delta\varphi = +51''$ $\Delta\lambda = +7^s,6$
3 Августа.	Разв. Кишлакъ-Джиланды	На ручьѣ Кой-Тезякъ.
9 Августа.	Раб. Абдула-ханъ.	Въ долинѣ р. Аличуръ.
13 Августа.	Мазаръ-Топа.	У впаденія ручья южный Хоргошъ въ р. Большой Памиръ. Подполковникъ Путята думаетъ, что этотъ пунктъ, хотя носитъ одно названіе, но не имѣетъ ничего общаго съ пунктомъ Троттера. По его мнѣнію мѣсто его наблюденій вѣроятно носитъ иное названіе, хотя проводникъ не могъ его провести.
14 Августа.	Іолъ-Мазаръ.	На р. Большой Памиръ. Хорошо замѣтный пунктъ, такъ какъ дѣйствительно представляетъ скопленіе могилъ. Здѣсь наблюдалъ Троттеръ 28 Апрѣля 1873 года. Надо думать, что пункты наблюденій обоихъ наблюдателей совпадаютъ.
8 Сентября.	Раб. Абдула-ханъ.	
11 Сентября.	Мазаръ-Шазанъ.	На р. Мургабъ.
13 Сентября.	Рабатъ № 1.	На р. Акъ-Байталъ.
19 Сентября. 20 Сентября.	Кокъ-Джаръ.	Въ лѣтовкахъ Саибъ-Назара.

25 Сентября хронометры остановились. Приводимъ слова г. Путята относительно этого обстоятельства: «12 сентября (ст. стиля), передъ выступленіемъ на урочище Кизылъ-Тугай, хронометры были заведены въ 7 — $7^1/_2$ ч. утра (мѣстнаго времени). Вьюкъ съ хронометрами при переходѣ черезъ перевалъ Янги-Даванъ отсталъ, между тѣмъ какъ я самъ въ тотъ же день перевалилъ Янги-Даванъ и, застигнутый темнотою, принужденъ былъ остановиться на противоположномъ склонѣ. На другой день т. е. 13 Сентября (ст. ст.) воротившись назадъ, я встрѣтилъ этотъ вьюкъ около $1^ч$ попол. Хронометръ *e* еще продолжалъ ходъ, а прочіе, въ томъ числѣ и основной хронометръ *a*, остановились».

Такимъ образомъ астрономическія работы экспедиціи надо считать законченными 20 Сентября.

Разсмотримъ теперь способы наблюденій.

Широты опредѣлялись всегда изъ наблюденія полуденныхъ высотъ солнца, причемъ часовые углы солнца не превышали 18^m. Исключеніе изъ этого представляютъ наблюденія въ Сары-Ташѣ и Сары-белѣ, продолжавшіяся около часу, причемъ восточные часовые углы доходили до 40^m. Число наведеній дѣлалось отъ 12 до 20 и наблюденія краевъ солнца были расположены симметрично, исключая наблюденій въ Іолъ-Мазарѣ, гдѣ онѣ, по видимому, не докончены. Въ виду большой высоты солнца, всѣ наблюденія произведены, имѣя кругъ въ лѣвой рукѣ. При Kr. R наблюдали только въ Мазаръ Шозянѣ, рабатъ № 1 и Кокъ-Джарѣ. Коллимаціонная ошибка всегда опредѣлялась до и послѣ наблюденія.

Время опредѣлялось изъ соотвѣтствующихъ высотъ солнца утромъ и вечеромъ того же дня (по гражданскому счету) причемъ часовые углы солнца были не менѣе 2^h (исключеніе составляетъ наблюденіе у Джиланды при часовомъ углѣ $1^h\ 28^m$). Въ Акъ-Ташѣ, Абдулаханъ (9 августа) и рабатъ № 1 вечернія наблюденія комбинировались съ утренними слѣдующаго дня. Число наведеній было обыкновенно 12, по шести на каждый край. Въ пунктахъ Кизылъ-артъ, Шильбюле и Кокъ-Джаръ, въ оба дня, соотвѣтствующія наблюденія не удались, а потому время вычислено изъ одностороннихъ наблюденій. Въ первомъ изъ этихъ пунктовъ отсчитывались оба верньера, а въ остальныхъ, къ сожалѣнію, только одинъ, а потому погрѣшность отъ эксцентричности алидады была выведена на основаніи особыхъ изслѣдованій, о которыхъ будетъ сказано ниже. Что касается до коллимаціонной ошибки, то она была выведена изъ опредѣленій, произведенныхъ въ тѣ же дни при наблюденіи полуденныхъ высотъ солнца.

Сравненіе хронометровъ производилось до и послѣ каждаго наблюденія, какъ утренняго, такъ и вечерняго. Что же касается до ежесуточныхъ сравненій, то къ сожалѣнію, эта часть инструкціи осталась невыполненною. Наблюденія надъ *температурою хронометровъ* также не производились. По словамъ подполковника Путята одинъ, изъ данныхъ ему термометровъ оказался недостаточно чувствительнымъ, въ другомъ же отдѣлился столбикъ ртути и потому онъ не былъ употребленъ. Въ такой же мѣрѣ были неудачны наблюденія *покрытій звѣздъ луною*. По замѣткамъ, имѣющимся въ журналѣ наблюдателя, видно однако, что онъ неоднократно пытался ихъ производить, для чего даже дѣлалъ предвычисленія, но каждый разъ безуспѣшно. Причинами тому были: отчасти дурная погода, отчасти же стѣсненный горами горизонтъ, который не всегда дозволялъ видѣть луну. Обстоятельству этому нельзя не придать большого значенія. Нѣтъ сомнѣнія, что при современномъ состояніи лунныхъ таблицъ и при помощи соотвѣтственныхъ наблюденій Ташкентской Обсерваторіи, мы получили бы долготы основныхъ точекъ съ достаточною вполнѣ точностью. Въ настоящее же время, за неимѣніемъ ихъ, мы оказались вынужденными хронометрическіе рейсы основать на опредѣленіяхъ гг. Троттера, Скасси и Бонсдорфа. — Этотъ способъ вычисленія влечетъ за собою значительныя ошибки: 1) англійскія долготы опредѣлены отъ Гринвича, черезъ мысъ Доброй Надежды, Аденъ, Мадрасъ и Кашгаръ; между тѣмъ какъ опредѣленіе русскихъ долготъ слѣдовало обратному направленію, именно восточному; такимъ образомъ всѣ ошибки этого огромнаго полигона падаютъ на небольшой участокъ отъ Оша до уроч. Когачакъ; 2) упомянутые путешественники дѣлали свои наблюденія слабыми инструментами, съ малымъ количествомъ хронометровъ, притомъ вѣроятно карманныхъ (намъ неизвѣстны подробности экспедиціи кап. Троттера, такъ какъ сочиненія его не оказалось въ Ташкентѣ), а потому въ долготахъ ихъ есть вѣроятность подозрѣвать значительную погрѣшность и наконецъ 3) по неточности обозначенія мѣстности, можно предполагать въ редукціяхъ значительную ошибку.

Вычисленіе наблюденій Памирской экспедиціи произведено при Ташкентской Обсерваторіи подполковникомъ Померанцевымъ, штабсъ-капитаномъ Залѣскимъ и коллежскимъ секретаремъ Гультяевымъ. При вычисленіи широты и времени мы пользовались обыкновенными формулами, которыя потому не будемъ приводить. Упомянемъ только что для вычисленія редукціи около меридіанныхъ наблюденій солнца въ Сары-бель и Сары-ташъ были приняты строгія формулы,

такъ какъ часовые углы солнца въ этихъ пунктахъ достигали до 40^m.—Въ слѣдующей таблицѣ даны результаты опредѣленія широтъ, такъ какъ онѣ получаются непосредственно изъ вычисленій:

Г. Ошъ	40°	30′	57″
Сары Ташъ	39	43	3
Пер. Кызылъ-артъ	39	24	8
Уроч. Сары-бель	39	8	58
Пикъ Ерма	38	23	52
Ташъ-курганъ	37	48	11
р. Шильбюле	38	10	9
оз. Яшиль-куль	37	46	4
разв. киш. Джиланды	37	40	8
рабатъ Абдула-ханъ	37	47	17
Мазаръ-топа	37	21	56
Іолъ-мазаръ	37	18	0
Мазаръ-шазянъ	38	8	6
Рабатъ № 1	38	31	30
Кокъ-Джаръ	38	39	35

Вѣроятная ошибка однаго наведенія, выведенная по согласію редуцированныхъ на меридіанъ отсчстовъ

$$\pm 16{,}''0$$

Отсюда ожидаемую вѣроятную ошибку опредѣленія широты отъ погрѣшностей наведенія и наблюденія коллимаціонной ошибки можно оцѣнить въ

$$\pm 3'$$

Къ сожалѣнію, мы не имѣемъ возможности, за недостаткомъ длинныхъ рядовъ наблюденій, вывести дѣйствительную вѣроятную ошибку.

Помимо случайныхъ ошибокъ наблюденія въ полученныхъ результатахъ можно еще ожидать постоянной ошибки, зависящей отъ неправильной установки различныхъ частей инструмента, призматичности зеркала и проч. Чтобы опредѣлить общую поправку, зависящую отъ всѣхъ перечисленныхъ причинъ, подполковникъ Путята, въ 1884 году, опредѣлилъ широту Ташкентской Обсерваторіи изъ наблюденій 4 дней, причемъ отсчеты дѣлались приблизительно на тѣхъ же частяхъ круга, какъ во время экспедиціи. Точная широта мѣста наблюденія была:

$$\varphi = 41°\,19'\,31{,}''8$$

Найдено:

6 Іюня	41° 19′ 36,″4	— 4,″6
8 »	46,0	—14,2
15 Іюля	56,3	—24,5
18 »	49,0	—17,2
		—15,1

Г. Шварцъ для этого же инструмента при положеніи *Kr. L.* нашелъ слѣдующія поправки въ 1875 и 1878 годахъ (въ 1876 году кругъ чинился).

—4″.7 и —7″.0

Такъ какъ широта всѣхъ пунктовъ, за исключеніемъ Мазаръ Шазяна, рабатъ № 1 и Кокъ-джара, опредѣлены при *Kr. L.*, то мы ввели въ окончательные результаты поправку — 15″. Что же касается до вышеупомянутыхъ пунктовъ, то, въ виду того, что изслѣдованій при *Kr. L* не было произведено, поправку для этого положенія круга мы приняли за 0.

Чтобы дать понятіе о томъ состояніи, въ какомъ находился инструментъ во время экспедиціи, приводимъ рядъ опредѣленій коллимаціонной ошибки, полученной во время наблюденія полуденныхъ высотъ солнца. Тутъ же даны величины діаметра солнца, полученныя изъ наблюденія коллимаціонной ошибки и меридіанныхъ высотъ солнца; для сравненія наблюденій съ таблицами даны величины діаметра солнца, заимствованныя изъ Nautical Almanac.

Число.	Мѣсто.	C.	Діаметръ солнца		Nautical Almanac.	Δd	
			изъ наблюд. коллим. ош.	изъ измѣр. мер. высотъ.		колл. ош.	мер. набл.
16 Іюня. ...	Гор. Ошъ..............	+42′ 29″	31′ 51″	31′ 32″	31′ 34″	—17″	+ 2″
27 »	Сары-Ташъ..............	+42 19	31 38	31 16	31 32	— 6	+16
29 »	Кизылъ-артъ....	+42 11	31 35	31 31	31 32	— 3	+ 1
3 Іюля.....	Сары-Бель..............	+40 18	31 29	31 44	31 32	+ 3	—12
9 »	Ерма..................	+39 57	31 50	31 30	31 32	—18	+ 2
12 »	Ташъ-курганъ....	+40 41	31 28	31 38	31 32	+ 4	— 6
25 »	Устье Шильбюле.......	+40 49	31 49	31 33	31 34	—15	+ 1
30 »	Оз. Яшиль-куль.........	+35 2	31 50	31 40	31 35	—15	— 5
3 Августа..	Разв. Джиланды........	+36 26	31 36	31 36	31 36	0	0
10 » ..	Абдула-ханъ.......	+36 52	31 49	31 41	31 38	—11	— 3
13 » ..	Мазаръ-Топа....... ...	+38 25	31 50	31 39	31 39	—11	0
14 » ..	Іолъ-Мазаръ...........	+38 23	31 41	31 46	31 40	— 1	— 6
11 Сентября	Мазаръ-Шазянъ.........	+36 53	31 56	32 2	31 52	— 4	—10
13 »	Рабатъ № 1...........	+37 8	32 0	32 17	31 53	— 7	—24
20 »	Кокъ-джаръ....	+36 18	32 14	32 23	31 57	—17	—26
20 »	»	+37 6	31 54	—	31 57	+ 3	—
						— 7,2	— 4,7

Ряды эти показываютъ, что коллимаціонная ошибка въ нѣкоторые переѣзды значительно измѣнялась (измѣненія доходятъ до 5′.8). Въ журналѣ наблюдателя мы не нашли никакихъ указаній: произошли ли эти измѣненія отъ случайныхъ толчковъ или же были естественнымъ слѣдствіемъ неудобствъ вьючнаго пути. — Что касается до ошибокъ въ измѣренномъ діаметрѣ солнца, то, большія колебанія въ разностяхъ измѣренной величины противъ табличной, надо объяснить неточностью наблюденій. — Причемъ, какъ и слѣдовало ожидать, непосредственно измѣренный діаметръ солнца получается лучше, чѣмъ выведенный изъ наблюденій высотъ. Въ общемъ сказывается, что наблюдатель измѣрялъ большій, противъ дѣйствительнаго, діаметръ. По нашему мнѣнію, это слѣдуетъ объяснить неточною установкою изображенія солнца въ фокусѣ трубы. При этихъ условіяхъ, изображенія не получаются рѣзкими и діаметръ измѣряется болѣе истиннаго. При правильной же установкѣ, опытъ напротивъ убѣждаетъ, что діаметръ измѣряется

менѣе истиннаго, такъ какъ, при недостаточномъ увеличеніи, необходимо одно изображеніе нѣсколько наложить на другое, чтобы глазъ получилъ впечатлѣніе прикосновенія.

Время опредѣлялось, какъ уже упомянуто, преимущественно изъ соотвѣтствующихъ высотъ солнца. Вѣроятная ошибка опредѣленія истиннаго полдня по одной соотвѣтственной высотѣ:

$$\pm 0^s{,}48$$

что дастъ ошибку наблюденія двойной высоты

$$\pm 14''{,}4.$$

величину почти тождественную съ найденною изъ наблюденія широтъ. Такимъ образомъ оказывается, что наблюдатель почти одинаково наблюдалъ, имѣя кругъ въ правой или лѣвой рукѣ. Вѣроятная ошибка опредѣленія времени въ зависимости отъ ошибокъ наведенія будетъ слѣдовательно

$$\pm 0^s{,}14.$$

Въ пунктахъ Кизылъ-артъ, Шильбюле и Кокъ-Джаръ время опредѣлено изъ одностороннихъ наблюденій, причемъ въ послѣднихъ двухъ былъ отсчитанъ только одинъ верньеръ, а потому подлежало ввести поправку отъ эксцентричности алидады. Для вывода ея, въ 1884 году, подполковникомъ Померанцевымъ были опредѣлены разности отсчетовъ II и I верньеровъ на слѣдующихъ частяхъ круга: 0°, 60°, 106°, 216°. Эти части круга выбраны по слѣдующимъ соображеніямъ.

На 0° опредѣлялась коллимоціонная ошибка.
» 60° дѣлались отсчеты на Кокъ-Джарѣ при опредѣленіи времени.
» 106° дѣлались отсчеты при опредѣленіи времени на Шильбюле и широты на Кокъ-Джарѣ.
» 216° дѣлались отсчеты при опредѣленіи широты на Шильбюле и Ташкентской Обсерваторіи.

Въ слѣдующей таблицѣ даны разности II—I по наблюденіямъ подполковника Померанцева (среднее изъ 8 отсчетовъ) и подполковника Путята въ 1884 году при опредѣленіи широты Ташкентской Обсерваторіи.

	Померанцевъ.	Путята.	Путята—Померанцевъ.
0°	+5′ 56″	+2′ 10″	—3′ 46″
60°	+4 52	(+0 59)	(—3 53)
106°	+5 2	(+1 9)	(—3 53)
216°	+5 11	+1 11	—4 0
			—3 53

Первое, что бросается въ глаза — это значительная разность въ измѣренной величинѣ двумя наблюдателями. Что существуетъ личная ошибка при отсчетахъ верньеровъ — это фактъ несомнѣнный; но казалось бы она должна исключиться въ величинѣ II—I; — между тѣмъ, въ дѣйствительности, этого незамѣтно. Такимъ образомъ надо допустить одну изъ двухъ гипотезъ или, что г. Путята, при отсчитываніи различныхъ верньеровъ, устанавливалъ различно лупу и,

тогда, при существованіи зазора между верньерами и кругомъ и при различномъ положеніи совпадающаго штриха относительно центра поля зрѣнія, могла измѣниться личная ошибка наблюдателя, или же что кругъ не имѣетъ вида плоскости. При этомъ условіи величина зазора между кругомъ и верньеромъ будетъ измѣняться. Такимъ образомъ, если наблюдатель и одинаково устанавливалъ совпадающій штрихъ относительно центра поля зрѣнія (но не точно на немъ) то всетаки личная ошибка должна измѣняться. Что касается до наблюденій подполковника Померанцева, то онъ старался строго производить установку штриха въ центрѣ поля. Судя по неплавному движенію алидады надо допустить нѣкоторое гнутіе круга, а потому весьма вѣроятно предположить существованіе обѣихъ причинъ, которыми должны объясняться большія разности въ величинѣ II—I.

Такъ какъ мы не имѣемъ никакихъ болѣе положительныхъ данныхъ для сужденія о разности Померанцева — Путята на другихъ частяхъ круга, то примемъ для нея среднюю величину—3′ 53″. Съ этою величиною получимъ слѣдующія поправки, которыя надо вводить въ отсчетъ I верньера для исключенія эксцентричности круга при наблюденіяхъ г. Путята въ 1884 г.

$$u_0 = +1' \; 5''\!,0$$
$$u_{60} = +0 \; 29,5$$
$$u_{106} = +0 \; 34,5$$
$$u_{216} = +0 \; 35,5$$

Допустимъ, что эксцентричность круга и измѣненіе личной ошибки г. Путята, при отсчетахъ на разныхъ частяхъ круга съ 1883 по 1884 годъ, не измѣнились; тогда разности, данныхъ выше поправокъ, въ оба года должны остаться неизмѣнными. Съ этимъ предположеніемъ вычислимъ для Шильбюле поправку для 106° и для Кокъ-Джара для 60°. Изъ наблюденія въ означенныхъ пунктахъ коллимаціонной ошибки и широты имѣемъ:

Мургабъ.	Кокъ-Джаръ.
$u_0 = +29''\!,1$	$u_0 = +\; 9''\!,2$
$u_{216} = -24,4$	$u_{106} = -13,1$

Изъ предыдущей таблицы имѣемъ:

Шильбюле . . . . $u_{106} = u_0 - 30''\!,5 = -\; 1''\!,4$

$u_{106} = u_{216} - \; 1,0 = -25,5$

$-13,5$

Кокъ-Джаръ . . . . . . $u_{60} = u_0 - 35''\!,5 = -26''\!,3$

$u_{60} = u_{106} - 13,1 = -18,1$

$-22,2$

Эти величины и были введены въ отсчетъ I верньера при вычисленіи абсолютныхъ высотъ солнца.

Перейдемъ теперь къ вычисленію долготъ пунктовъ, опредѣленныхъ экспедиціею.

Мы уже видѣли, что необходимость заставила основать таковыя на прежнихъ опредѣленіяхъ. Теперь надлежитъ выбрать основные пункты. За таковые для перваго рейсса мы приняли гор. Ошъ, опредѣленный г. Бонсдорфомъ (вертикальный кругъ и 8 столовыхъ хронометровъ) и рабатъ Акъ-Ташъ, гдѣ наблюдалъ Троттеръ. Казалось бы что этотъ рейссъ можно было бы сократить, принявъ за основные пункты укр. Гульчу и крѣп. Ташъ-Курганъ; но такое сокращеніе врядъ ли было бы выгодно, потому что вводило бы большую ошибку въ долготахъ основныхъ точекъ. Дѣйствительно, Гульча была опредѣлена, на сколько намъ извѣстно, три раза: г. Бонсдорфомъ въ 1876 году и г. Шварцемъ въ 1877 и 1878 годахъ, причемъ разница между долготою г. Бонсдорфа и г. Шварца 1877 года доходитъ до 12^s во времени. Ташъ-Курганъ также ненадежный пунктъ, потому что намъ точно неизвѣстно мѣсто наблюденій Троттера. По той же причинѣ за основной не могъ быть принятъ Сары-Ташъ (г. Шварцъ 1878 г.). Такимъ образомъ первый рейссъ обнимаетъ промежутокъ времени отъ 15 Іюня до 14,5 Іюля, продолжительностью 29,5 сутокъ. Второй рейссъ нами принятъ отъ уроч. Когачакъ (раб. Акъ-Ташъ) до озера Яшиль-Куль, т. е. съ 14,5 Іюля по 30,0 Іюля, продолжительностью 15,5 дней. Основными долготами для него послужили опредѣленія гг. Троттера и Скасси. За третій рейссъ принята поѣздка отъ Яшиль-Куля (30,0 Іюля) до Іолъ-Мазара (14,0 Августа) продолжительностью 15 дней. Основаніемъ для него послужили долготы, опредѣленныя тѣми же путешественниками. Наконецъ, четвертый рейссъ отъ Абдула-Ханъ до Кокъ-Джара, не примкнутый никуда, надлежало вычислить экстраполированіемъ поправокъ хронометровъ. Продолжительность его 14 сутокъ.

Въ слѣдующей таблицѣ приведены поправки хронометровъ по мѣстному времени, выведенныя для I рейсса.

Мѣсто.	Время.	a	e	d	c
Городъ Ошъ....	15 Іюня.......... $0^h,00$	$-6^h57^m11^s,1$	$+10^m55^s,3$	$+2^h\ 6^m43^s,5$	$-1^h49^m13^s,1$
Укрѣпленіе Гульча..........	23 » 0,00	—6 54 12,8	+12 49,3	+2 8 56,7	—1 56 48,3
Укрѣпленіе Сары-Ташъ.......	27 » 0,00	—6 54 43,0	+11 46,3	+2 7 58,5	—2 2 36,9
Перевалъ Кизылъ-артъ.......	29 » 2,21	—6 54 28,9	+11 47,6	+2 7 58,8	—2 5 2,2
Урочище Сары-Бель..........	3 Іюля.......... 0,00	—6 51 45,6	+14 8,0	+2 10 13,5	—2 7 27,5
Пикъ-Ерма..................	9 » 0,00	—6 47 10,9	+18 6,3	+2 14 14,8	—2 10 36,1
Крѣпость Ташъ Курганъ.	12 » 0,00	—6 46 19,7	+18 33,8	+2 14 50,8	—2 13 45,1
Рабатъ Акъ-Ташъ............	14 » 12,00	—6 47 56,1	+16 45,5	+2 13 0,1	—2 18 41,7

Принимая разности долготъ:

Когачакъ отъ Гринвича: $4^h\,59^m\,41^s,3$ (Petermann's Mittheilungen 1877 № 52)
Ташкентъ отъ Гринвича: 4 37 10,8 (Berl. Jahrbuch 1885)
Ошъ отъ Ташкента: 0 13 59,1 (Зап. В. Топ. Отд. Гл. Шт. XXXVIII)

и данныя выше редукціи, получимъ для восточной долготы раб. Акъ-Таша отъ Оша

$8^m\ 31^s,4.$

Съ этими данными найдемъ слѣдующіе суточные ходы хронометровъ за промежутокъ времени съ 15 Іюня по 14 Іюля:

a	+1^s,51
e	— 5,47
d	— 4,57
c	—77,29

Пользуясь этими ходами получимъ слѣдующія поправки хронометровъ по мѣстному меридіану, приведенныя къ эпохѣ наблюденій въ Ошѣ.

Укрѣпленіе Гульча..........	—6^h 54^m 24^s,9	+13^m 33^s,1	+2^h 9^m 33^s,3	—1^h 46^m 30^s,0
Урочище Сары-Ташъ........	—6 55 1,1	+12 51,9	+2 8 53,3	—1 47 9,4
Перевалъ Кизылъ-Артъ......	—6 54 49,7	+13 4,6	+2 9 3,2	—1 46 53,2
Урочище Сары-Бель.........	—6 52 12,8	+15 46,4	+2 11 35,7	—1 44 16,2
Пикъ-Ерма................	—6 47 47,1	+20 17,5	+2 16 4,4	—1 39 41,1
Крѣпость Ташъ-Курганъ.....	—6 46 59,5	+21 1,5	+2 16 54,3	—1 38 58,3

Отсюда восточныя долготы отъ Оша будутъ таковы:

	Укр. Гульча.	Ур. Сары-Ташъ.	Пер. Кизылъ-артъ.	Ур. Сары-Бель.	Пикъ Ерма.	Кр. Ташъ-Курганъ.
a	+2^m 46^s,2	+2^m 10^s,0	+2^m 21^s,4	+4^m 58^s,3	+9^m 24^s,1	+10^m 11^s,6
e	37,8	+1 56,6	9,3	51,1	22,2	6,2
d	49,8	+2 9,8	19,7	52,2	20,9	10,8
c	43,1	+2 3,7	19,9	56,9	32,0	14,8
	+2 45,8	+2 6,7	+2 18,6	+4 54,4	+9 24,0	+10 11,0

Поправки хронометровъ во время втораго рейсса, отнесенныя къ мѣстному меридіану, будутъ таковы:

Мѣсто.	Время.	*a*	*e*	*d*	*c*
Рабатъ Акъ-Ташъ............	14 Іюля........ 12^h,00	—6^h 47^m 56^s,1	+16^m 45^s,5	+2^h 13^m 0^s,7	—2^h 18^m 41^s,7
Ручей Шильбюле..............	25 » 21,74	—6 52 37,4	+11 0,8	+2 6 53,8	—2 38 32,4
Озеро Яшиль-Куль............	30 » 0,00	—6 54 48,1	+ 8 34,4	+2 4 17,4	—2 46 21,9

Принимая для долготы отъ Пулкова пункта наблюденія г. Скасси величину

$2^h\ 50^m\ 43^s,8$

и данныя выше долготу ур. Когочака и редукцію наблюденій на озерѣ Яшиль-Кулѣ, получимъ разность долготъ основныхъ пунктовъ

$$7^m\ 31^s,2$$

суточные ходы хронометровъ въ продолженіи II рейсса будутъ таковы:

a	+ 2,53
e	— 2,57
d	— 4,61
c	—78,00

Поправки хронометровъ по меридіану Шильбюле, приведенныя къ эпохѣ наблюденій въ Акъ-Ташѣ, будутъ

ручей Шильбюле $-6^h\ 53^m\ 6^s,3$ $+11^m\ 30^s,2$ $+2^h\ 7^m\ 46^s,4$ $-2^h\ 23^m\ 42^s,4$

Слѣдовательно западная долгота опредѣляемаго пункта отъ Акъ-Таша будетъ

a	$-5^m\ 10^s,2$
e	15,3
d	13,5
c	0,7
	—5 10,6

Переходя затѣмъ къ вычисленію III рейсса, соберемъ въ слѣдующую таблицу поправки хронометровъ по мѣстному времени, опредѣленныя какъ въ основныхъ, такъ и въ промежуточныхъ пунктахъ:

Мѣсто.	Время.	*a*	*e*	*d*	*c*
Озеро Яшиль-Куль	30 Іюля .... $0^h,00$	$-6^h54^m48^s,1$	$+8^m34^s,4$	$+2^h4^m17,4$	$-2^h46^m21^s,9$
Развалины Джиланды	3 Августа 0,00	—6 56 36,3	+ 6 30,4	+2 2 9,0	—2 53 37,7
Рабатъ Абдула-Ханъ	9 » 12,00	—6 52 21,8	+10 19,2	+2 5 50,3	—2 58 15,4
Мазаръ-Топа	13 » 0,00	—6 53 49,1	+ 8 36,4	+2 4 5,9	—3 4 15,1
Іолъ-Мазаръ	14 » 0,00	—6 54 19,7	+ 8 1,0	+2 3 29,4	—3 6 2,7

Англійскія опредѣленія даютъ долготу Іолъ-Мазара отъ Гринвича:

$$4^h\ 52^m\ 23^s,3$$

Принимая затѣмъ вышеписанную долготу Яшиль-Куля, получимъ Іолъ-Мазаръ къ В. отъ Яшиль-Куля на

$$0^m\ 13^s,2.$$

Пользуясь этою величиною, получимъ слѣдующіе суточные ходы хронометровъ за промежутокъ времени съ 30 Іюля по 14 Августа

a	+ 0ˢ95
e	— 3,11
d	— 4,08
c	—79,60

Съ этими ходами получимъ слѣдующія поправки хронометровъ по мѣстному меридіану, приведенныя къ эпохѣ наблюденія въ Яшиль-Кулѣ (30 Іюля $0^h_,00$)

	a	*e*	*d*	*c*
разв. Джиланды.............	—6ʰ 56ᵐ 40ˢ,1	+ 6ᵐ 42ˢ,8	+2ʰ 2ᵐ 25ˢ,3	—2ʰ 48ᵐ 19ˢ,3
раб. Абдула-Ханъ............	—6 52 31,8	+10 51,9	+2 6 33,2	—2 44 19,6
Мазаръ-Топа...............	—6 54 2,4	+ 9 19,9	+2 5 3,0	—2 45 40,7

Слѣдовательно долготы промежуточныхъ пунктовъ отъ Яшиль-Куля будутъ

	разв. Джиланды.	раб. Абдула-Ханъ.	Мазаръ-Тупе.
a	—1ᵐ 52ˢ,0	+2ᵐ 16ˢ3	+0ᵐ 45ˢ7
e	51,6	17,5	45,5
d	52,1	15,8	45,6
c	57,4	2,3	41,2
	—1 52,9	+2 14,0	+0 44,9

Перейдемъ теперь къ вычисленію долготъ четвертаго рейсса. Состояніе хронометровъ, относительно мѣстныхъ меридіановъ, въ пунктахъ наблюденія, будетъ таково:

Мѣсто.	Время.	*a*	*e*	*d*	*c*
Рабатъ Абдула-Ханъ..	8 Сентября...... $0^h_,00$	—6ʰ51ᵐ 8ˢ,6	+ 9ᵐ18ˢ,2	+2ʰ4ᵐ 1ˢ,3	—3ʰ36ᵐ16ˢ,4
Мазаръ-Шазянъ............	11 » 0,00	—6 49 19,0	+10 58,2	+2 5 32,8	—3 38 30,2
Акъ-Байталъ.................	13 » 12,00	—6 49 41,3	+10 25,7	+2 4 52,7	—3 42 11,7
Кокъ-Джаръ.................	19 » 20,54	—6 53 9,2	+ 6 35,8	+2 0 46,7	—3 54 13,8
»	20 » 21,14	—6 53 4,1	+ 6 37,5	+2 0 44,3	—3 55 29,4

Какъ уже упомянуто было, рейссъ этотъ не законченъ, потому что хронометры остановились 25 Сентября. Такимъ образомъ долготы этихъ пунктовъ пришлось вычислить экстрополированіемъ поправокъ въ основномъ пунктѣ. За таковой принятъ раб. Абдула-Ханъ, опредѣленный третьимъ рейссомъ. Чтобы правильнѣе обсудить какіе ходы хронометровъ слѣдуетъ брать для

экстрополированія поправокъ, соберемъ ихъ въ послѣдовательномъ порядкѣ за все время экспедиціи.

№№	Основные пункты.	Время.	Средняя эпоха.	*a*	*e*	*d*	*c*
1	Ошъ — Акъ-Ташъ....	15 Іюня — 14 Іюля......	Іюня....... 29,75	+1,51	—5,47	—4,57	—77,29
2	Акъ-Ташъ — Яшиль Куль......	14 Іюля — 30 Іюля......	Іюля....... 22,25	+2,53	—2,57	—4,61	—78,00
3	Яшиль-Куль — Іолъ-Мазаръ....	30 Іюля — 14 Августа...	Августа.... 6,50	+0,95	—3,11	—4,08	—79,60
4	Абдула-Ханъ — Абдула-Ханъ..	9 Августа — 8 Сентября	Августа.... 24,25	+2,48	—2,07	—3,70	—81,39
5	Кокъ-Джаръ — Кокъ-Джаръ...	19 Сент. — 20 Сент.	Сентября... 20,40	+4,97	+1,66	—2,34	—73,71

Прежде всего замѣтимъ, что ходы № 5 относятся до покойнаго положенія хронометровъ, а потому въ обсужденіе не могутъ быть введены. Далѣе, изъ остальныхъ данныхъ можно заключить, что ходы хронометровъ *a* и *e* не имѣли никакой правильности и измѣненія ихъ были только случайныя. Что касается до хронометровъ *d* и *c*, то въ первомъ изъ нихъ замѣчается замедленіе, а во второмъ ускореніе. Но основывать на этихъ данныхъ экстраполированіе ходовъ было бы слишкомъ рисковано, а потому для вычисленія долготъ IV рейсса мы приняли для всѣхъ ходовъ среднюю величину изъ данныхъ 1, 2, 3 и 4. Это казалось намъ тѣмъ правильнѣе, что результаты, полученные такимъ образомъ, дали лучшее согласіе между собою. Принявъ слѣдующія величины для ходовъ хронометровъ

a	+ 1,87
e	— 3,30
d	— 4,24
c	—79,07

получимъ поправки относительно мѣстнаго времени, приведенныя къ эпохѣ наблюденія въ Абдула-Ханѣ (8 Сентября $0^h_,00$)

	a	*e*	*d*	*c*
Мазаръ-Шазянъ	$-6^h\,49^m\,24^s_,6$	$+11^m\;\;8^s_,1$	$+2^h\,5^m\,45^s_,5$	$-3^h\,34^m\,33^s_,0$
Рабатъ № 1................	—6 49 51,6	+10 43,8	+2 5 16,0	—3 34 22,1
Кокъ-Джаръ	—6 53 31,4	+ 7 14,9	+2 1 37,0	—3 38 36,0
»	—6 53 28,2	+ 7 19,9	+2 1 38,8	—3 38 32,5

и долготы отъ Абдула-Ханъ будутъ таковы (+ восточная долгота, — западная)

	Мазаръ-Шазянъ.	Рабатъ № 1.	Кокъ-Джаръ.	Кокъ-Джаръ.
a	$+1^m\,44^s_,0$	$+1^m\,17^s_,0$	$-2^m\,22^s_,8$	$-2^m\,19^s_,6$
e	49,9	25,6	3,3	—1 58,3
d	44,2	14,7	24,3	—2 22,5
c	43,4	19,6	19,6	16,1
	+1 44,9	+1 18,1	—2 19,5	—2 19,8

Во всѣхъ предыдущихъ вычисленіяхъ, мы для перваго приближенія, принимали вѣса хронометровъ a и d за 2 и e и c за 1. Для окончательнаго соединенія, за вѣса хронометровъ приняты величины обратно пропорціональныя суточнымъ варіаціямъ. Такъ какъ ежесуточныя сравненія хронометровъ не производились, то эти послѣднія величины выведены по сравненію долготъ, полученныхъ по каждому изъ хронометровъ, съ вѣроятнѣйшею ея величиною. Именно

$$\alpha = \pm \frac{t_1 + t_2}{t_1 t_2} v \text{ для интерполированія}$$

$$\alpha = \pm \frac{v}{t} \text{ для экстраполированія}$$

гдѣ α суточная варіація хронометра

t_1 и t_2 промежутки времени между наблюденіями въ основныхъ и промежуточномъ пунктѣ,

t промежутокъ времени между наблюденіями въ основномъ и опредѣляемомъ пунктѣ,

v уклоненіе найденной, по каждому хронометру, долготы отъ вѣроятной ея величины. Вѣроятная величина α будетъ:

$$\alpha^2 = \frac{\Sigma v^2}{\Sigma \left(\frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}\right)^2 + \Sigma t^2} \quad \text{и вѣсъ}$$

$$p = \frac{k}{\alpha}$$

Съ найденными вѣсами получимъ новыя величины для долготъ, которыя дадутъ новыя α и p. Такихъ приближеній сдѣлано было три. Окончательныя величины для α и p таковы:

	a	e	d	c
α	$\pm 0^s{,}31$	$\pm 1^s{,}40$	$\pm 0^s{,}41$	$\pm 0^s{,}82$
p	9	2	7	3

Съ этими величинами получимъ слѣдующія окончательныя долготы:

I рейссъ (отъ гор. Ошъ)		
Гульча................	$+ 2^m 46^s{,}2$	$\pm 0^s{,}5$
Сары-Ташъ............	+ 2 7,8	± 1,2
Кизылъ-Артъ..........	+ 2 19,5	± 1,3
Сары-Бель.............	+ 4 55,8	± 1,2
Ерма..................	+ 9 24,0	± 0,8
Ташъ-Курганъ.........	+10 11,3	± 0,5
II рейссъ (отъ Акъ-Ташъ)		
р. Шильбюле...........	—5 10,4	± 0,5
III рейссъ (отъ Яшиль-Куля)		
Джиланды.............	—1 52,8	± 0,5
Абдула-Ханъ...........	+2 15,7	± 0,6
Мазаръ-Тупе...........	+0 45,0	± 0,2

IV рейссъ (отъ Абдула-Ханъ)

Мазаръ-Шазянъ.........	$+1^m\,44^s\!,5$	$\pm 0^s\!,5$
Рабатъ № 1-й...........	$+1\ \ 17,4$	$\pm 0,8$
Кокъ-Джаръ............	$-2\ \ 19,0$	$\pm 1,5$

Постараемся теперь дать хотя приближенное понятіе о точности опредѣленныхъ долготъ. Она, какъ извѣстно, зависитъ:

1) Отъ точности долготъ основныхъ пунктовъ,

2) Отъ ошибокъ опредѣленія времени и

3) Отъ ошибокъ переноса времени.

Что касается перваго рода ошибки, то мы не можемъ составить себѣ даже приближеннаго представленія о ней, такъ какъ не имѣли въ своихъ рукахъ не только подлинныхъ наблюденій, но даже печатаннаго отчета о нихъ. Ошибка отъ опредѣленія времени на столько мала въ сравненіи съ ошибкою переноса его, что вполнѣ можетъ быть пренебрежена. Займемся теперь опредѣленіемъ этой послѣдней. Если бы хронометровъ было больше, то ее можно было бы вывести по сравненію каждаго хронометра со среднимъ выводомъ; но при четырехъ хронометрахъ такой способъ намъ казался сомнительнымъ, а потому мы предпочли вѣроятную ошибку долготъ опредѣлить a priori. Если

$\lambda_1\ \lambda_2\ \lambda_3 \ldots$ долготы пункта по каждому хронометру

причемъ $p_1\ p_2\ p_3$ вѣса ихъ и $P = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots$

то вѣроятная долгота будетъ

$$L = \frac{p_1}{P}\lambda_1 + \frac{p_2}{P}\lambda_2 + \frac{p_3}{P}\lambda_3 + \ldots.$$

Вѣроятная ошибка окончательной долготы будетъ:

$$E = \pm\sqrt{\frac{p_1^2}{P^2}\varepsilon_1^2 + \frac{p_2^2}{P^2}\varepsilon_2^2 + \frac{p_3^2}{P^2}\varepsilon_3^2 + \ldots.}$$

Но мы приняли

$$\varepsilon = \pm\, 0,676 \ldots \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}\alpha \qquad \text{для интерполированія}$$

$$\varepsilon = \pm\, 0,676 \ldots t\alpha \qquad \text{для экстраполированія}$$

гдѣ α средняя суточная варіація хронометра, тогда

$$E_1 = \pm\, 0,676 \ldots \frac{t_1 t_2}{(t_1 + t_2)P}\sqrt{p_1^2\alpha_1^2 + p_2^2\alpha_2^2 + p_3^2\alpha_3^2 + \ldots.} \quad \text{для интерпол.}$$

$$E_2 = \pm\, 0,676 \ldots \frac{t}{P}\sqrt{p_1^2\alpha_1^2 + p_2^2\alpha_2^2 + p_3^2\alpha_3^2 + \ldots.} \quad \text{для экстрапол.}$$

Далѣе, мы полагали:

$$p = \frac{k}{\alpha}, \qquad \text{а потому}$$

$$E_1 = \pm 0{,}676 \ldots \frac{t_1 t_2}{(t_1 + t_2)} \cdot \frac{k}{P} \sqrt{n} \qquad \text{гдѣ } n \text{ число хроном.}$$

$$E_2 = \pm 0{,}676 \ldots t \cdot \frac{k}{P} \sqrt{n}$$

Для нашей экспедиціи имѣемъ:

$$E_1 = \pm 0^s{,}17 \; \frac{t_1 t_2}{(t_1 + t_2)}$$

$$E_2 = \pm 0{,}17 \; t$$

Вышеписанныя вѣроятныя ошибки вычислены по этимъ формуламъ; но мы должны сказать, что дѣйствительныя ошибки вѣроятно значительно ихъ превосходятъ. Въ слѣдующемъ спискѣ собраны результаты астрономическихъ опредѣленій на Памирѣ г. Путята.

	φ	λ от Пулкова.
Городъ Ошъ	40° 30′ 42″	(2^h 49^m $51^s{,}1$)
Укрѣпленіе Гульча	—	52 37
Урочище Сары-Ташъ	39 42 48	51 59
Перевалъ Кизылъ-артъ	39 23 53	52 11
Урочище Сары-Бель	39 8 43	54 47
Пикъ Ерма	38 23 37	59 15
Крѣпость Ташъ-Курганъ	37 47 56	3 0 2
Рабатъ Акъ-Ташъ	—	(2 58 22,6)
Ручей Шильбюле	38 9 54	53 12
Озеро Яшиль-Куль	37 45 49	(2 50 51,4)
Джиланды	37 39 53	48 59
Рабатъ Абдула-Ханъ	37 47 2	53 7
Мазаръ-Топа	37 21 41	51 36
Іолъ-Мазаръ	37 17 45	(2 51 4,6)
Мазаръ-Шазяпъ	38 8 6	54 52
Рабатъ № 1	38 31 30	54 24
Кокъ-Джаръ	38 39 35	50 48

Сравнимъ теперь опредѣленія подполковника Путята съ работами другихъ астрономовъ. Въ слѣдующей таблицѣ дана широта и долгота этихъ послѣднихъ, приведенныя на мѣста наблюденій 1883 года и поправки, которыя надлежитъ придать къ наблюденіямъ г. Путята для полученія координатъ опредѣленныхъ пунктовъ.

Мѣсто.	φ	Δφ	λ	Δλ	Наблюдатели.
Городъ Ошъ	40°31′48″,6	+67″	$2^h49^m51^s,1$	—	Г. Бонсдорфъ 1876
» »	31 16,1	+34	—	—	Г. Залѣсскій 1884
Укрѣпленіе Гульча	40 19 19,6	—	52 28,1	-9^s	Г. Бонсдорфъ 1876
» »	18 45	—	52 16,3	−21	Г. Шварцъ 1877
» »	18 56	—	52 17,4	−20	Г. Шварцъ 1878
» »	18 55	—	—	—	Г. Скасси 1878
Сары-Ташъ	42 58	+10	51 25,3	−34	Г. Шварцъ 1878
Ташъ-Курганъ	37 47 55	− 1	59 58,6	− 3	Г. Троттеръ 1873
Озеро Яшиль-Куль	37 46 2	+13	50 51,4	—	Г. Скасси 1878
Мазаръ-Топа	37 28 53	?	53 0,1	?	Г. Троттеръ 1873
Іолъ-Мазаръ	37 18 7	+22	51 4,6	—	Г. Троттеръ 1873

Въ эту таблицу мы не ввели разности широтъ и долготъ данныхъ гг. Троттеромъ и Путята для Мазаръ-Топа; такъ какъ хотя названіе пункта и одинаково у обоихъ наблюдателей, но, очевидно, что они наблюдали въ разныхъ мѣстахъ. Далѣе, таблица эта показываетъ, что широты капитана Путята довольно согласны съ прежними опредѣленіями, исключеніемъ является только широта гор. Ошъ, которая болѣе чѣмъ на минуту отклоняется отъ опредѣленія г. Бонсдорфа. Допуская неточность въ редукціи наблюденій послѣдняго, такъ какъ означеніе мѣстности сдѣлано имъ очень неопредѣленно, мы приводимъ здѣсь предварительный результатъ опредѣленій штабсъ-капитана Залѣсскаго. Основанный на наблюденіи одной пары вертикальнымъ кругомъ, онъ тѣмъ не менѣе, доказываетъ, что 1) догадка о неправильности редукціи г. Бонсдорфа вѣрна (такъ какъ мы не можемъ допустить разности въ широтѣ на 32″,5 изъ двухъ наблюденій, произведенныхъ вертикальнымъ кругомъ) и 2) что широта капитана Путята менѣе истинной на 34″. Затѣмъ, нельзя не обратить вниманія на то обстоятельство, что всѣ поправки широтъ г. Путята имѣютъ знакъ +. Это какъ бы намекаетъ на неправильность, принятой для окончательныхъ результатовъ, поправки. Тѣмъ не менѣе, мы всетаки склонны ее удержать по слѣдующимъ соображеніямъ: 1) пункты, опредѣленные на Памирѣ и послужившіе для сравненія съ наблюденіями капитана Путята, не могутъ считаться абсолютно точными и подлежатъ въ свою очередь поправкамъ, между тѣмъ какъ широта Ташкентской обсерваторіи значительно лучше опредѣлена каждою изъ нихъ. 2) При редуцированіи старыхъ наблюденій на новыя можно подозрѣвать большія или меньшія ошибки, которыя въ Ташкентѣ можно принять за 0. — Такимъ образомъ исключительность положительныхъ поправокъ широтъ, въ предыдущей таблицѣ, мы полагаемъ объяснить простою случайностью.

Разсматривая, затѣмъ, данныя поправки для долготъ, мы замѣчаемъ большія разности

между опредѣленіями гг. Шварца и Путята. Въ особенности она велика для пункта Сары-Ташъ; но мы думаемъ, что на это въ значительной мѣрѣ вліяетъ погрѣшность редукціи.

Въ общемъ можно думать, что вѣроятныя ошибки опредѣленныхъ капитаномъ Путята

широтъ........... ± 0′,1
долготъ........... ± 1′

Если принять во вниманіе неудовлетворительность инструментовъ, которые имѣлись у наблюдателя, трудность пути и наконецъ постороннія обязанности, возложенныя на кап. Путята, то нельзя не признать, что результаты, достигнутые Памирскою экспедиціею, въ астрономо-географическомъ отношеніи, вполнѣ удовлетворительны. — Нѣтъ сомнѣнія, что до тѣхъ поръ, пока эта страна не будетъ болѣе подробно изслѣдована въ географическомъ отношеніи, составленіе картъ ея возможно только въ мелкихъ масштабахъ, а для этой цѣли данные результаты, за неимѣніемъ лучшихъ, представляютъ драгоцѣнный матерьялъ.

Независимо астрономическихъ наблюденій капитанъ Путята опредѣлилъ барометромъ высоты 79 пунктовъ. Наблюденія эти вычислены титулярнымъ совѣтникомъ Шварцемъ, по извѣстнымъ формуламъ *), причемъ, за соотвѣтствующія, имъ взяты наблюденія Маргеланской метеорологической станціи. Высота Маргелана надъ уровнемъ моря принята 1950 фут. **).— Слѣдующая таблица содержитъ результаты гипсометрическихъ опредѣленій капитана Путята; въ ней высоты скруглены до сотенъ футовъ.

№	Мѣсто наблюденій.	Высота надъ уровнемъ моря въ футахъ.	Число наблюденій.
1.	Гор. Коканъ. Почтовая станція	1600	2
2.	Гор. Ошъ. Военное собраніе	3300	13
3.	Укрѣпленіе Гульча. Крѣпость	5000	9
4.	Кизылъ-курганъ	8500	1
5.	Урочище Куянка-токай	8500	1
6.	Тайдыкъ. Перевалъ	11900	1
7.	Сары-Ташъ на Алаѣ	10300	2
8.	Баръ-Тюбе подножье	11500	1
9.	Кизылъ-артъ астрономич. пунктъ на сѣв. склонѣ перевала	13400	1
10.	Озеро Большой Кара-Куль	13200	1
11.	Перевалъ Кара-артъ	16400	1

*) Jordan. Handbuch der Vermessungskunde. T. I, s. 493.

**) Цифра эта найдена г. Шварцемъ изъ барометрическихъ наблюденій метеорологической станціи въ теченіи всего 1883 года.

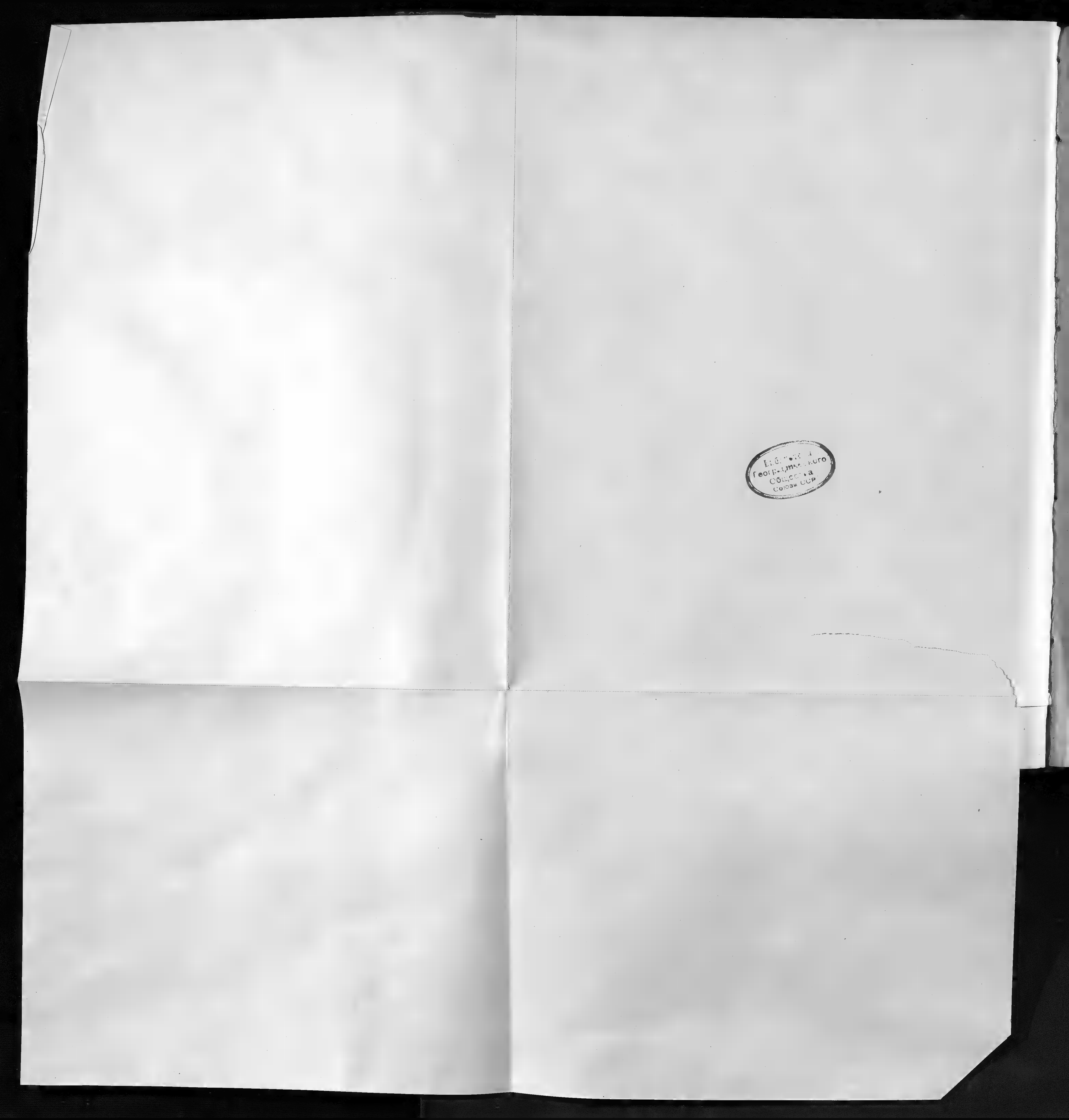
№	Мѣсто наблюденій.	Высота надъ уровнемъ моря въ футахъ.	Число наблюденій.
12.	Урочище Сары-Бель	12800	1
13.	Перевалъ Кошъ-Бель № 1	12600	1
14.	Перевалъ Кошъ-Бель № 2	13600	1
15.	Урочище Мужи (сліяніе рѣкъ Чолкады и Гурумды)	11700	1
16.	Дангилъ баши (надъ ущельями Ике-данги)	11900	1
17.	Уроч. Контюмасъ (въ 5 вер. къ западу отъ устья Улугартъ)	11100	1
18.	Озеро Булюнъ-Куль	10800	1
19.	Перевалъ Ялта Куянъ-муйнакъ	12100	1
20.	Озеро Малый Кара-Куль	12300	3
21.	Перевалъ Улуграватъ	13700	1
22.	Тагармская равнина	10600	1
23.	Перевалъ Чушманъ	11600	1
24.	Урочище Ташъ-Курганъ	10400	2
25.	Стунскій перевалъ	13200	1
26.	Ручей Шинданъ съ южной стороны перевала Стунскаго	11500	1
27.	Перевалъ Неза-Ташъ	14900	1
28.	Рабатъ Акъ-Ташъ	13100	1
29.	Урочище Балгынъ (южнѣе перевала Кошъ-Бель)	13000	1
30.	Акъ-су (у крутаго поворота на западъ)	12500	1
31.	Озеро Рангъ-куль	12600	1
32.	Р. Акъ-Байталъ (противъ Гурумды-сая)	12300	1
33.	Мургабъ (западнѣе мог. Карагулъ на $3\frac{1}{2}$ версты)	11900	1
34.	Р. Мургабъ-Шильбюле (устье)	11800	2
35.	Конецъ дороги (передъ тѣсниной на р. Акъ-су подъ горой Тура)	11800	1
36.	Аулъ на Бузъ тере	13100	1
37.	Перевалъ Бузъ тере	14900	1
38.	Кара-Джилга (устье)	13700	1
39.	Устье р. Дейра (на Аличурѣ)	13100	1
40.	Керсенъ Булакъ (на Аличурѣ)	12500	2
41.	Р. Кой-тезякъ	13600	1
42.	Перевалъ Кой-тезякъ	14000	1
43.	Мѣсто ночлега 21 Іюня (ст. ст.)	11800	1
44.	» » 22 »	11300	1
45.	» » 26 »	13200	1
46.	Начало ущелья Тамды	13000	1
47.	Рабатъ Абдула-ханъ	13200	2
48.	Озеро близъ ломокъ соли (Чукуръ-куль)	13600	2
49.	Площадка на р. Харгоши (разд. дорогъ на пер. Харг. и Куянды)	13900	1

№	Мѣсто наблюденій.	Высота надъ уровнемъ моря въ футахъ.	Число наблюденій.
50.	Мѣсто ночлега (на югъ отъ озера Чукуръ-куль) 3 Іюля у южной Харгоши	14000	1
51.	Мазаръ-Топа (сомнительный)	13200	1
52.	Іолъ-Мазаръ	12500	2
53.	Зоръ-куль сѣверо-западный берегъ	13600	1
54.	Водораздѣлъ (наблюденіе 7 Августа) между оз. Куркунтей	14100	1
55.	Перевалъ Бендерскаго	15000	1
56.	Озеро Чакмактынъ	13200	1
57.	Р. Куянды	13100	1
58.	Перевалъ Лангарскій	12500	1
59.	Р. Вахань-дарья	11600	1
60.	Баджгасъ	13200	1
61.	Ближній Сархадскій перевалъ	14200	1
62.	Сархадъ	10900	1
63.	Кишл. Нирсъ	10900	1
64.	Алигуръ рабатъ Абдула ханъ (астрономическій пунктъ)	13400	1
65.	Ключи Карасу	12600	1
66.	Мазаръ-Шазянъ	12300	1
67.	Рабатъ № 1	14000	1
68.	Перевалъ Акъ-Байталъ	15500	1
69.	Маз. Кокуй-бель (на р. Кокуй-бель)	13100	1
70.	Перевалъ Кизылъ-белесъ	14700	1
71.	На пути слѣдованія (6 Сент.) при спускѣ въ дол. Шуралы	12600	1
72.	Кокъ-Джаръ уроч. (Зап. устья р. Тохта-Горумъ на 6 вер.)	12500	3
73.	Уроч. Кизылъ-тугай (противъ ущелья Кызылъ-тугай)	10500	1
74.	Подножье Янги Даванъ	10700	1
75.	Янги Даванъ перевалъ	15300	1
76.	Кара Джила рѣка	12600	1
77.	Каинды перевалъ	15400	1
78.	На пути слѣдованія 16 Сентября (р. Каинды-су)	12300	1
79.	На пути слѣдованія 17 Сентября (р. Каинды-су)	11900	1

ОТЧЕТНАЯ КАРТА

Астрономическихъ работъ Памирской экспедиціи

1883 г.


Союза ССР

III.

Астрономическія работы, произведенныя въ Омскомъ военномъ округѣ полковникомъ Мирошниченко въ 1881 и 1883 годахъ.

Работы 1881 года.

Затрудненія, встрѣтившіяся при продолженіи тригонометрическихъ работъ отъ оз. Денгиза къ гор. Омску, заставили измѣнить первоначальный планъ работъ и направить тріангуляцію отъ оз. Денгиза къ гор. Акмолинску. Оставшееся такимъ образомъ безъ основныхъ пунктовъ пространство по лѣвую сторону р. Иртыша, отъ Павлодара до Омска, необходимо было наполнить пунктами, опредѣленными астрономически. Исполненіе этой задачи возложено на геодезиста полковника Мирошниченко, которымъ опредѣлено въ этомъ районѣ 17 точекъ.

Въ распоряженіи полковника Мирошниченко были слѣдующіе инструменты: малый универсальный инструментъ Эртеля съ ломанною трубою № 82; увеличеніе около 35 разъ; точность отсчета на кругахъ 10″; цѣна полудѣленія уровня = 2″,3. Четыре боксъ-хронометра: Frodsham № 3299 = X, Frodsham № 3119 = C, Pile № 67 = Y и Wiren № 35 = D, изъ нихъ два средніе и два звѣздные. Одинъ барометръ Паррота и два термометра Реомюра. Барометръ въ началѣ работъ разбился и потому вмѣсто него употреблялся изслѣдованный анероидъ.

Участокъ, на которомъ производились астрономическія работы, перерѣзанъ очень хорошими колесными дорогами, такъ что здѣсь сами киргизы уже отказались отъ вьючнаго способа перекочевокъ и стали перевозить тяжести на арбахъ и телѣгахъ. Въ виду этого благопріятнаго обстоятельства во все время работъ нынѣшняго года, всѣ инструменты перевозились въ тарантасѣ, но быстрота движенія осталась та же, что и при вьючномъ способѣ, такъ какъ на однѣхъ и тѣхъ же лошадяхъ, за невозможностью часто мѣнять ихъ, приходилось ѣздить по мѣсяцу и болѣе.

Въ нынѣшнемъ году въ Западной Сибири въ первый разъ были употреблены для хронометрическихъ экспедицій боксъ-хронометры, что не осталось безъ вліянія на точность полученныхъ результатовъ, которые оказались значительно лучше чѣмъ въ прежніе годы. При перевозкѣ, хронометры находились въ двухъ ящикахъ: одинъ наружный съ пружиннымъ дномъ и другой внутренній, въ которомъ собственно помѣщались хронометры. Наружный ящикъ, для предохраненія хронометровъ отъ вліянія рѣзкихъ перемѣнъ температуры, покрывался еще войлочнымъ чехломъ. Средняя температура хронометровъ впродолженіи всей экспедиціи составляетъ около +16,8 градусовъ Реомюра, средняя же ея перемѣна изо-дня въ день не превосходитъ 2-хъ градусовъ.

На всѣхъ пунктахъ, кромѣ географическихъ координатъ, опредѣлялись еще азимуты рѣзко выдѣляющихся мѣстныхъ предметовъ, если таковые находились въ окрестностяхъ. Широты опредѣлялись изъ наблюденій въ одномъ положеніи круга не менѣе двухъ паръ звѣздъ; исключеніе составляютъ пункты: Сары-Чиганакъ и Кызылъ-Суатъ, широта которыхъ опредѣлена изъ наблюденія только двухъ звѣздъ сѣверной и южной, въ двухъ положеніяхъ круга. Поправка часовъ опредѣлялась по способу Н. Я. Цингера. Обыкновенно наблюдались двѣ пары звѣздъ; одна до опредѣленія широты и другая послѣ, причемъ каждый разъ передъ началомъ и въ концѣ наблюденій, рабочій хронометръ сравнивался съ тремя остальными. Долготы пунктовъ опредѣлены перевозкою хронометровъ, для чего были совершены слѣдующіе рейссы: 1) Омскъ — Павлодаръ — продолжительность въ 5 сутокъ, для опредѣленія долготъ ст. Черлаковской и поселка Бобровскаго, которыя впослѣдствіи служили основаніемъ при опредѣленіи степныхъ пунктовъ; 2) отъ Павлодара до Бобровской, продолжительностью въ 6 сутокъ; 3) Бобровская — Джамантузъ — Бобровская, 6 сутокъ; 4) Кызылъ-суатъ — Очакъ-куль — Джедигеръ — Кызылъ-суатъ, 6 сутокъ; 5) Очакъ-куль — Джамантузъ, 6 сутокъ; 6) Джамантузъ — Бесытузъ, 4 сутокъ; 7) Кызъ-куль — Бесы-тузъ — Сасыкъ-соръ — Кызъ-куль, 6 сутокъ; 8) Кызъ-куль — Джаркаинъ — Кызъ-куль, 2 сутокъ; 9) Джаркаинъ — Чубаръ-айгыръ — Джаркаинъ, 4 сутокъ и 10) отъ Джаркаина до Черлаковъ, 10 сутокъ

Путевые суточные ходы хронометровъ во время всей экспедиціи держались довольно хорошо, что показываетъ нижеслѣдующая таблица:

	Y	*X*	*C*	*D*
1-й рейссъ	$+1^s42$	+4,07	$+3^m 56,64$	$+3^m 57,14$
2 »	+1,31	+3,55	56,53	57,21
3 »	+1,25	+3,51	56,87	57,12
4 »	+1,26	+3,21	56,12	57,46
5 »	+1,82	+4,36	57,24	57,60
6 »	+1,53	+3,76	55,89	58,06
7 »	+1,29	+3,61	56,30	58,05
7 bis »	+1,35	+3,85	56,65	57,16
8 »	+0,31	+2,93	56,02	57,17
8 bis »	+1,26	+4,02	56,92	58,41
9 »	+1,30	+3,72	56,80	58,12
10 »	+1,03	+3,54	56,82	57,59

Только въ 8-мъ рейссѣ замѣтно нѣкоторое измѣненіе въ ходахъ хронометровъ Y и X и у послѣдняго еще въ 5-мъ рейссѣ. Затѣмъ во все остальное время ходы этихъ двухъ хронометровъ не измѣнялись болѣе чѣмъ на 0,5, а ходы хронометровъ C и D не болѣе 1^s.

Переѣзды въ Киргизской степи возможно дѣлать только днемъ, поэтому, если наблюдатель и въ состояніи доѣхать до опредѣленнаго пункта въ теченіи дня, онъ, всетаки, чтобъ продолжать движеніе долженъ ночевать. Эти ночлеги занимаютъ по меньшей мѣрѣ одну половину сутокъ. Поэтому если хронометры быстро и значительно измѣняютъ свои ходы при переходѣ отъ движенія къ покою, среднiй суточный ходъ ихъ за время рейсса не будетъ въ дѣйствительности путевой ихъ ходъ и онъ будетъ тѣмъ значительнѣе отличаться отъ послѣдняго, чѣмъ больше было остановокъ, т. е. чѣмъ большее число пунктовъ опредѣлялось даннымъ рейссомъ. Въ данномъ случаѣ хронометры имѣли среднiй мѣстный ходъ мало отличный отъ путеваго, именно:

Y	X	C	D
$+0,98$	$+3,05$	$+3^m\,57,26$	$+3^m\,58,56.$

Поэтому при нынѣшнихъ работахъ, если остановки для ночлеговъ и имѣли нѣкоторое вліяніе на ходы хронометровъ, то оно было весьма ничтожно, что показываетъ во первыхъ приведенная выше таблица путевыхъ ходовъ, а во вторыхъ слѣдующее согласіе долготъ по отдѣльнымъ хронометрамъ. Здѣсь приведены долготы только нѣкоторыхъ пунктовъ.

Черлаки—Омскъ.....	$L = +0^h5^m41^s{,}32$	Павлодаръ—Сары-чиганакъ	$L = +0^h1^m25^s{,}27$
	41,34		25,90
	41,53		25,49
	42,42		24,92
Среднее =	$+0\ 5\ 41{,}61$	Среднее =	$+0\ 1\ 25{,}40$
Оконч.	$+0\ 5\ 41{,}43 \pm 0{,}11$	Оконч.	$+0\ 1\ 25{,}56 \pm 0{,}12$

Кызъ-куль—Джаркаинъ	$L = +0\ 0\ 57{,}41$	Джаркаинъ—Кызъ-куль	$L = -0\ 0\ 56{,}78$
	57,63		56,87
	57,59		57,00
	57,55		56,63
Среднее =	$+0\ 0\ 57{,}55$	Среднее =	$-0\ 0\ 56{,}82$
Оконч.	$+0\ 0\ 57{,}55 \pm 0{,}04$	Оконч.	$-0\ 0\ 56{,}83 \pm 0{,}02$

Разности долготъ всѣхъ пунктовъ исправлены только за вѣса хронометровъ *). Эти послѣдніи выводились изъ поправокъ часовъ опредѣленныхъ на каждомъ пунктѣ и приведенныхъ, съ помощію разностей долготъ, полученныхъ по основному вычисленію, къ Омску. Изъ нихъ

*) За температуру долготы не исправлялись, такъ какъ некомпенсованный хронометръ при перевозкѣ изъ Петербурга въ Омскъ испортился.

1*

были получены вѣроятныя суточныя возмущенія ходовъ, а за тѣмъ и слѣдующія вѣса хронометровъ:

$$Y = 3,9$$
$$X = 6,0$$
$$C = 1,0$$
$$D = 1,2$$

Вѣроятная ошибка широты, выведенной изъ наблюденій одной пары звѣздъ, въ среднемъ выводѣ равна $\pm 2'',44$. Но широта выводилась по меньшей мѣрѣ изъ двухъ паръ звѣздъ, поэтому вѣроятная ошибка такого результата будетъ:

$$\pm \frac{2,44}{\sqrt{2}} = \pm 1'',72.$$

Средняя вѣроятная ошибка разности долготъ двухъ пунктовъ, выведенная изъ согласія отдѣльныхъ хронометровъ со среднимъ изъ всѣхъ составляетъ $\pm 0^s,081$. Но эта величина составляетъ только часть той ошибки, которая заключается въ данныхъ результатахъ. Полная вѣроятная ошибка выразится:

$$E = \sqrt{(0,081)^2 + (0,06)^2 \left[\left(\frac{t_2}{t_1+t_2}\right)^2 + \left(\frac{t_1}{t_1+t_2}\right)^2 + 1\right]}.$$

Здѣсь $\pm 0^s,06$ — вѣроятная ошибка поправки часовъ, выведенной изъ двухъ паръ звѣздъ, t_1 — продолжительность переѣзда отъ основнаго до опредѣляемаго пункта и $t_1 + t_2$ — продолжительность всего рейсса. Затѣмъ если примемъ, что ошибки въ основныхъ пунктахъ α_1 и α_{11}, тогда окончательная ошибка долготы выразится:

$$\nu = \pm \sqrt{E^2 + \left(\frac{t_2}{t_1+t_2}\right)^2 \alpha_1^2 + \left(\frac{t_1}{t_1+t_2}\right)^2 \alpha_{11}^2}.$$

Выводя согласно этимъ формуламъ вѣроятныя ошибки долготъ, находимъ, что самая большая ошибка настоящихъ опредѣленій не достигаетъ и 1 секунды во времени.

Списокъ пунктовъ, опредѣленныхъ въ 1881 году.

	Широта.	Долгота отъ Пулкова.
1) Станица Черлаковская, столбъ у церкви	54° 9′ 4″,1	44° 28′ 14″
2) Аманъ-куль, сухой колодецъ Томара-кудукъ	53 56 12,1	44 7 1
3) Тюре-чиликъ, пирамида	53 44 10,6	43 24 45
4) Столбъ на берегу лога Кульчукнынъ-сай	53 28 46,9	43 43 7
5) Бесь-кэпэ, сухое озеро Кара-томара	53 25 24,6	44 5 38

	Широта.	Долгота отъ Пулкова.
6) Поселокъ Бобровскій, часовня	53° 13′ 20″,4	45° 21′ 40″,7
7) Джаркаинъ-булакъ, сухая рѣчка, столбъ у колодца	53 5 37,4	44 21 58
8) Сай (логъ) Чубаръ-айгыръ, столбъ у колодца	53 1 40,9	43 57 46
9) Кызъ-куль, сухое, столбъ у колодцевъ	53 0 40,9	44 36 16
10) Джаманъ-тузъ, столбъ около юго-восточнаго конца озера	52 54 38,0	45 2 12
11) Кызылъ-суатъ, столбъ на лѣвой сторонѣ Иртыша, противъ стан. Песчаной	52 52 53,2	45 55 51
12) Могила Кабамбай, въ 109 саж. къ сѣверо-востоку отъ озера Очакъ-куля	52 42 25,5	45 18 20
13) Сасыкъ-соръ-кара-су, столбъ у дороги изъ Бесь-туза на озеро Чаганакъ-куль	52 41 35,6	44 21 30
14) Бесь-тузъ, озеро Джаманъ-гара, домъ объѣзчика	52 39 34,7	44 44 17
15) Протокъ Сары-чиганакъ, столбъ на лѣв. берегу Иртыша, недалеко отъ зимовки Джуматай	52 35 35,0	46 15 17
16) Джедигеръ-куль, сухое, столбъ у колодцевъ	52 35 3,3	45 52 11
17) Уралы, столбъ у колодцевъ	52 31 9,8	44 58 9

Работы 1883 года.

Астрономическія работы 1883 года были произведены въ раіонѣ, предположенномъ къ съемкѣ въ 1884 году. Этотъ раіонъ ограничивается съ востока — раіономъ предшествовавшихъ опредѣленій, съ запада — почтовымъ трактомъ изъ Петропавловска въ Кокчетавъ, съ юга — прямою линіею отъ этого послѣдняго пункта къ озеру Денгизъ и съ сѣвера — почтовою дорогою отъ Омска до Петропавловска. Площадь раіона около 63 т. квадр. верстъ.

На этомъ пространствѣ опредѣлено вновь 11 астрономическихъ пунктовъ, что съ тремя опредѣленными помощью телеграфа въ предшествовавшее время, составляетъ всего 14 пунктовъ.

Для производства работъ въ распоряженіи полковника Мирошниченко находились слѣдующіе инструменты: вертикальный кругъ Репсольда съ двумя микроскопами, точность которыхъ 2″; увеличеніе трубы около 60 разъ; въ полѣ зрѣнія 7 горизонтальныхъ нитей почти въ равномъ другъ отъ друга разстояніи; цѣна полудѣленія уровня 1″,7. Пять столовыхъ хронометровъ, изъ нихъ два: Dent 1827 (M) и Dent 1827 (F) — средніе, два Frodsham 3245 (Y) и Frodsham 3167 (Z) — звѣздные и одинъ хронометръ Dent 2022 некомпенсованный. (Наблюденія производились съ хронометромъ Z). Два барометра Паррота и термометръ Реомюра.

Изобиліе въ раіонѣ работъ очень хорошихъ колесныхъ дорогъ давало возможность совершать переѣзды, въ теченіи всего лѣта, въ экипажѣ, въ которомъ укладывались и всѣ инструменты. Хронометры помѣщались въ двухъ ящикахъ: наружномъ пружинномъ, обернутомъ въ

кошму, и внутреннемъ. Однако и такая укладка хронометровъ не предохраняла ихъ отъ вліянія слишкомъ рѣзкихъ перемѣнъ въ температурѣ: бывали дни, когда раскаленный воздухъ степи, не умѣряемый почти ни малѣйшимъ вѣтеркомъ, проникалъ въ хронометры и былъ причиною значительныхъ колебаній въ ихъ температурѣ. Такіе дни бывали впрочемъ очень рѣдки.

Поправки часовъ опредѣлялись по способу соотвѣтственныхъ высотъ различныхъ звѣздъ, а широты изъ наблюденій, въ одномъ положеніи круга, двухъ около меридіанальныхъ звѣздъ на сѣверѣ и югѣ, имѣющихъ приблизительно равныя высоты и кульминирующихъ одна вслѣдъ за другой. — Пара наблюденныхъ такимъ образомъ звѣздъ давала одно опредѣленіе широты, а такихъ паръ въ каждомъ пунктѣ наблюдалось три или не менѣе двухъ. Широта одного только пункта, именно озера Алабота, по неблагопріятной погодѣ, выведена изъ наблюденій одной пары. Вѣроятная ошибка широты, опредѣленной по одной парѣ, равна $\pm 1''.19$.

Вѣроятная ошибка поправки часовъ по одной парѣ равна $\pm 0^s.13$. Въ большинствѣ случаевъ поправка часовъ выводилась изъ наблюденія трехъ, а иногда двухъ паръ звѣздъ (на двухъ пунктахъ, именно на станціи Камышловской и на Тюре-Чиликѣ вслѣдствіе неблагопріятной погоды удалось получить только одну пару звѣздъ).

Исходными пунктами для вывода долготъ служили слѣдующіе: Омскъ, Петропавловскъ, Кокчетавъ, долготы которыхъ получены изъ телеграфнаго опредѣленія и Тюре-Чиликъ, опредѣленный въ 1881 году. Между этими пунктами совершено 4 рейсса:

1-й — отъ Омска до Кокчетава, 12 сутокъ; 2-й — отъ Кокчетава до Петропавловска, 5 сутокъ; 3-й — отъ Петропавловска до Омска, 5 сутокъ и 4-й — отъ Тюре-Чилика до Омска, 11 сутокъ.

Первый и послѣдній рейссы, по разстоянію, каждый не болѣе 400 верстъ, но по времени они продолжительны, ибо совершались на однѣхъ и тѣхъ же киргизскихъ лошадяхъ, перемѣнить которыхъ во время движенія не представлялось возможности.

Ходы хронометровъ при переходѣ отъ покоя къ движенію и отъ тихаго движенія къ быстрому, а также и во время самаго движенія измѣнялись иногда значительно. Перемѣна ходовъ хронометровъ во время движенія можетъ быть отчасти объяснена рѣзкими перемѣнами въ температурѣ.

Разности долготъ, полученныя по основному вычисленію, исправлены только за вѣса хронометровъ; вліяніе температуры на ходы не принято во вниманіе. Вѣса хронометровъ выведены по колебаніямъ суточныхъ ходовъ, полученнымъ изъ суточныхъ сравненій за все время экспедиціи. Такимъ образомъ получены слѣдующіе вѣса:

хроном. $Z = 4$
» $Y = 1$
» $M = 5$
» $F = 2$

Средняя вѣроятная ошибка разности долготъ основнаго и опредѣляемаго пункта, не принимая въ расчетъ продолжительности рейсса и переѣзда до опредѣляемаго пункта, а только по согласію отдѣльныхъ хронометровъ $= \pm 0^s.53$.

На пунктахъ, гдѣ представлялась какая либо для сего возможность, опредѣлены исключительно по полярной азимуты мѣстныхъ предметовъ, а именно:

	Азимуты.	
Кумды-куль, около озера Эбейта	53° 26′ 0″	отдѣльное дерево на С.-В. отъ озера.
Тулатъ-чолкаръ, озеро	105 21 47	дерево на В. берегу озера.
Станція Мизгильская	123 38 40	телегр. столбъ съ двумя изоляторами.
Петропавловскъ, столбъ у телегр. стан.	7 29 55	колокольня церкви Петра и Павла.
Поселокъ Медвѣжій	270 33 50	2-й верстовой столбъ на Западѣ.
Станица Николаевская	234 26 10	колокольня церкви.

Списокъ астрономическихъ пунктовъ, опредѣленныхъ въ 1883 году.

	Широта.	Долгота отъ Пулкова.
1) Оз. Кумды-куль къ В. отъ оз. Эбейты, знакъ на вост. бер.	54° 39′ 41″,0	41° 35′ 55″
2) Кошъ-куль знакъ у дороги изъ станицы Николаевской въ гор. Акмолы	54 4 36,1	40 40 45
3) Озеро Алабота, знакъ у дороги въ Акмолы.	53 47 54,7	40 35 55
4) Озеро Тулатъ-Чолкаръ, знакъ у западн. оконечности озера	53 12 24,8	40 9 15
5) Станція Мизгильская, телеграфный столбъ о двухъ изоляторахъ у станціи	53 51 41,6	38 58 43
6) Станція Камышловская, телегр. столбъ о двухъ изоляторахъ	54 16 40,5	38 48 10
7) Поселокъ Медвѣжій, столбъ у часовни	54 52 25,0	40 6 25
8) Станица Николаевская, столбъ на базарной площади	55 1 34,0	41 17 57
9) Рѣчка Талды, могила Кучукъ	53 53 31,1	42 49 52
10) Зимовка Бажана въ Кучукъ-Агачь	53 17 25,6	42 12 37
11) Могила около зимовки Аманжола на юго-восточномъ берегу озера Улькунъ-Кара	53 49 32,4	41 50 24
Гор. Петропавловскъ столбъ у телеграфной станціи	54 52 29,5	38 47 35,2
» церковь св. Петра и Павла кр. колок.	54 52 49,1	38 47 39,7
» церковь Покрова (казачья) кр. колок.	54 52 40,7	38 46 47,0
» церк. св. Василія (кладбищ.) кр. кол.	54 52 32,7	38 48 8,1
» соб. церк. Вознесенія крестъ колок.	54 52 20,8	38 47 48,0

IV.

ПУЛКОВСКІЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ КРУГЪ.

Статья Генеральнаго Штаба шт.-кап. **В. Витковскаго.**

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Работы на большихъ тріангуляціяхъ, кромѣ рекогносцировки и постройки сигналовъ, состоятъ изъ трехъ существенно различныхъ частей: a) измѣренія базисовъ, b) измѣренія горизонтальныхъ и вертикальныхъ угловъ на всѣхъ пунктахъ тригонометрической сѣти и c) опредѣленія широтъ, долготъ и азимутовъ на нѣсколькихъ, такъ называемыхъ астрономическихъ точкахъ. Оставляя въ сторонѣ измѣреніе базисовъ, необходимость употребленія различныхъ инструментовъ привела къ раздѣленію работъ на тріангуляціяхъ; горизонтальные углы измѣряются теодолитами и универсальными инструментами, астрономическія же наблюденія дѣлаются пассажными инструментами, вертикальными кругами и, для опредѣленія азимутовъ, большими астрономическими теодолитами.

Результаты всѣхъ такихъ работъ, кромѣ спеціальной задачи полученія исходныхъ точекъ для топографическихъ съемокъ, даютъ матеріалъ для опредѣленія общей фигуры и размѣровъ земли. Обработка произведенныхъ до сихъ поръ тріангуляцій указала на частныя, мѣстныя уклоненія фигуры земли отъ общей. Именно широты и долготы различныхъ точекъ тріангуляціи, опредѣленныя непосредственно, получаются не вполнѣ согласными съ широтами и долготами, вычисленными по тріангуляціи. Эти несогласія, достигающія величинъ, совершенно выходящихъ изъ предѣловъ точности самыхъ наблюденій и вычисленій объясняются уклоненіемъ отвѣсныхъ

линій на отдѣльныхъ точкахъ отъ нормалей въ нихъ къ общему эллипсоиду. Но изъ результатовъ донынѣ произведенныхъ тріангуляцій нельзя составить себѣ яснаго представленія о томъ, накопляются ли такія уклоненія постепенно, отъ одной тригонометрической точки къ другой, или онѣ много разъ проходятъ черезъ + и —. Дѣйствительно, число астрономическихъ точекъ, по отношенію къ числу точекъ тригонометрическихъ, большею частью ничтожно. Напримѣръ въ нашемъ градусномъ измѣреніи отъ Ледовитаго океана до устьевъ Дуная на 258 треугольниковъ приходится лишь 13 астрономическихъ точекъ.

Между тѣмъ общая фигура земли въ настоящее время уже достаточно хорошо извѣстна и ближайшею цѣлью геодезіи, какъ науки, становится именно изученіе мѣстныхъ притяженій, т. е. мѣстныхъ уклоненій фигуры земли отъ общаго эллипсоида вращенія, опредѣленіе фигуры такъ называемаго геоида. Такое изученіе будетъ возможно, когда, на имѣющихся быть произведенными тріангуляціяхъ, каждый или большая часть тригонометрическихъ пунктовъ вмѣстѣ съ тѣмъ будутъ и астрономическими. Тогда, изъ сопоставленія огромнаго числа послѣдовательныхъ вычисленныхъ и непосредственно наблюденныхъ широтъ и долготъ (или азимутовъ), кромѣ общаго контроля всѣхъ работъ, можно будетъ составить болѣе ясное и осязательное понятіе объ истинной фигурѣ земли.

Понятно, что снаряженіе на каждую тригонометрическую точку отдѣльной экспедиціи для опредѣленія широты и долготы (или азимута) неисполнимо; на это не хватило бы ни наблюдателей, ни инструментовъ. Несравненно раціональнѣе дать каждому участнику въ тріангуляціи такой инструментъ, который соединялъ бы въ себѣ какъ угломѣрный приборъ, такъ и приборъ, годный для астрономическихъ наблюденій. При этомъ не только не потребовалось бы лишнихъ наблюдателей, но и самое время, необходимое для работъ на каждой тригонометрической точкѣ увеличилось бы весьма незначительно. Измѣреніе угловъ между сигналами, не помѣшало бы астрономическимъ работамъ; замедленіе могло бы произойти лишь отъ недостатка ясной погоды, но это замедленіе легко устранить, если на нѣкоторыхъ тригонометрическихъ точкахъ, гдѣ состояніе погоды рѣшительно не благопріятствуетъ астрономическимъ наблюденіямъ, не производить таковыхъ вовсе. Эти наблюденія, не составляя необходимости въ каждой точкѣ, все же были бы настолько многочисленны, что геодезія обогатилась бы обширнѣйшимъ матеріаломъ для изученія мѣстныхъ притяженій.

Для такихъ совмѣстныхъ геодезическихъ и астрономическихъ наблюденій на каждой точкѣ тріангуляціи нуженъ слѣдовательно инструментъ, позволяющій удобно, а главное со всею возможною, въ настоящее время, точностью, производить оба рода наблюденій. Такимъ условіямъ удовлетворяетъ Пулковскій горизонтальный кругъ, построенный, по указаніямъ старшаго астронома Николаевской Главной Обсерваторіи В. К. Деллена, механикомъ обсерваторіи В. Ф. Гербстомъ. Будучи по существу переноснымъ пассажнымъ инструментомъ, онъ снабженъ точно дѣленнымъ горизонтальнымъ кругомъ, дающимъ возможность измѣрять горизонтальные углы и азимуты *).

---

*) Въ будущемъ имѣется въ виду присоединить еще точно дѣленный вертикальный кругъ и сдѣлать этотъ инструментъ пригоднымъ измѣрять зенитныя разстоянія и опредѣлять относительное превышеніе всѣхъ точекъ.

Наблюденія, произведенныя въ теченіи 1884 года въ Пулковѣ и его окрестностяхъ, имѣющимся теперь въ обсерваторіи единственнымъ экземпляромъ Горизонтальнаго круга, дали матеріалъ для сужденія о его пригодности къ упомянутымъ выше работамъ. Очень можетъ быть, что впослѣдствіи этотъ типъ инструмента сдѣлается общепринятымъ на большихъ тріангуляціяхъ.

Описаніе инструмента и методовъ его употребленія составляютъ содержаніе этой статьи. Въ описаніи указаны нѣкоторые частные недостатки, могущіе быть устраненными при изготовленіи другихъ таковыхъ же инструментовъ. Изъ методовъ наблюденій изложены только тѣ, которые спеціально свойственны этому типу инструмента, а именно: измѣреніе горизонтальныхъ угловъ между сигналами и опредѣленіе азимутовъ ихъ, опредѣленіе времени по азимутамъ звѣздъ, опредѣленіе долготы по азимутамъ луны и опредѣленіе широты вблизи 1-го вертикала. Конструкція Пулковскаго горизонтальнаго круга вполнѣ допускаетъ примѣненіе и другихъ методовъ наблюденій, напримѣръ опредѣленіе времени въ меридіанѣ и въ вертикалѣ Полярной, опредѣленіе широты въ самомъ 1-мъ вертикалѣ и т. д.

тригонометрической сѣти. Но это усовершенствованіе, будучи желательнымъ, не представляетъ однако необходимости, такъ какъ достигаемая тогда, одновременно съ тріангуляціею геодезическая нивеллировка все же не замѣнитъ болѣе точной нивеллировки горизонтальной—нивеллиромъ.

I.

Описаніе инструмента.

1. Большіе пассажные инструменты на постоянныхъ обсерваторіяхъ давно приведены къ одному типу, тогда какъ существующіе нынѣ малые переносные пассажные инструменты представляютъ значительное разнообразіе какъ въ цѣломъ, такъ и въ отдѣльныхъ частяхъ. У насъ въ Россіи имѣются въ употребленіи такіе инструменты трехъ мастеровъ: Эртеля, Брауера и Гербста. Инструменты Эртеля, по малой оптической силѣ и множеству существенныхъ недостатковъ, постепенно выходятъ изъ употребленія; ихъ азимутные круги безъ повѣрительныхъ трубъ, короткія вертикальныя оси и ручная перекладка горизонтальныхъ осей—почти исключаютъ возможность точныхъ наблюденій. Инструменты Брауера съ массивными основаніями, приспособленными къ небольшимъ передвиженіямъ по азимуту, въ свое время, составили большой шагъ впередъ и достигаемая ими точность наблюденій оправдана на большихъ и продолжительныхъ экспедиціяхъ. Наконецъ г. Гербстъ настолько двинулъ усовершенствованіе еще впередъ, что, въ приготовляемыхъ имъ инструментахъ, точность наблюденій соединена съ чрезвычайною легкостью и удобствомъ обращенія.

Усовершенствованіе переносныхъ пассажныхъ инструментовъ составляло предметъ постоянныхъ заботъ старшаго астронома В. К. Деллена. Наблюденія и изслѣдованія побуждали непрерывно измѣнять не только детали инструментовъ, но и самые принципы ихъ постройки. Имѣя такихъ исполнителей какъ механики Пулковской обсерваторіи сперва Брауеръ, потомъ Гербстъ, В. К. Делленъ достигъ того, что, въ настоящее время, инструменты, построенные въ мастерской обсерваторіи не только вполнѣ удовлетворяютъ потребности у насъ въ Россіи, но даже заказываются изъ за-границы.

Описываемый пассажный инструментъ есть, по счету, 11-й, вышедшій изъ рукъ г. Гербста. Первые его пассажные инструменты представляютъ почти копіи таковыхъ же предшествен-

ника его Брауера, но затѣмъ замѣчанія и указанія наблюдателей и собственный опытъ побуждали г. Гербста послѣдовательно измѣнять ту или другую часть. Такимъ образомъ и описываемый № 11 не есть окончательный типъ, это только ступень къ дальнѣйшему улучшенію, но, надо отдать справедливость, ступень уже высокая. Отдѣльные, частные недостатки, неизбѣжные въ каждомъ произведеніи рукъ человѣческихъ, будутъ ниже указаны, исполненіе же въ цѣломъ не оставляетъ желать ничего лучшаго.

Общій ходъ постепеннаго совершенствованія въ инструментахъ Гербста былъ таковъ: унаслѣдовавъ отъ Брауера типъ пассажнаго инструмента, спеціально назначеннаго для опредѣленія времени въ вертикалѣ Полярной, съ механизмомъ для перекладки горизонтальной оси въ лагерахъ и ножными подставками, приспособленными къ небольшимъ передвиженіямъ по азимуту,— г. Гербстъ обратилъ, прежде всего, вниманіе на эту послѣднюю деталь. Эти ножные подставки, не устанавливаясь, каждая сама по себѣ, строго горизонтально, при послѣдовательномъ переходѣ отъ одного азимута къ другому, постоянно измѣняютъ наклонность инструмента, что значительно затрудняетъ наблюденія. Послѣ нѣкоторыхъ, частныхъ, улучшеній въ этихъ ножныхъ подставкахъ, г. Гербстъ рѣшился совершенно отъ нихъ отказаться и, замѣнивъ ихъ самыми простыми подставками, раздѣлилъ самый инструментъ на двѣ части: одну неподвижную, долго сохраняющую разъ приданную ей горизонтальность, и другую, лежащую на нижней, которая, послѣ поворота подъемнаго рычага, можетъ вращаться во всѣ стороны. Этотъ принципъ раздѣленія инструмента на двѣ части имѣлъ неожиданныя и весьма важныя послѣдствія: онъ позволилъ расширить различныя примѣненія инструмента, доставилъ легкость перехода отъ наблюденій въ меридіанъ къ наблюденіямъ въ произвольномъ вертикалѣ и допустилъ еще, согласно указаніямъ В. К. Деллена, вовсе отказаться отъ перекладки оси въ лагерахъ. Это устраненіе перекладки оси, въ свою очередь, привело къ большей точности наблюденій и къ болѣе долгому сохраненію въ исправности самой важной и чувствительной части пассажнаго инструмента, — сохраненію цапфъ. Дѣйствительно, разъ вся верхняя часть инструмента можетъ удобно и быстро вращаться около вертикальной оси, нѣтъ уже такой настоятельной надобности въ перекладкѣ оси въ лагерахъ. Точность современныхъ наблюденій такова, что на нихъ отзывается малѣйшая неправильность цапфъ, между тѣмъ безпрестанная перекладка оси изъ одного положенія въ другое неминуемо ведетъ къ порчѣ трущихся частей. Несравненно менѣе причинъ измѣненія фигуры отъ постояннаго тренія тамъ, гдѣ каждый цапфъ остается постоянно въ своемъ лагерѣ.

Выполнить на практикѣ свободное вращеніе всей верхней части инструмента было не легко. Кромѣ легкости вращенія, т. е. почти идеальнаго равновѣсія подвижной части инструмента на одной центральной точкѣ при перекладкѣ, нужно было достигнуть прочности скрѣпленія подвижной части съ неподвижною при наблюденіяхъ. Оба эти условія достигнуты теперь вполнѣ; во время наблюденій инструментъ не обнаруживаетъ никакихъ замѣтныхъ слѣдовъ передвиженія; вращать же его можно очень удобно *).

Построивъ нѣсколько такихъ инструментовъ (№№ 3, 4, 5 и 6) г. Гербстъ обратилъ внима-

---

*) Г. Гербстъ клалъ на верхнюю часть инструмента посторонній грузъ въ 10 пудовъ; поднятіе подъемнаго рычага и вращеніе около вертикальной оси дѣлалось какъ и безъ нагрузки весьма легко.

ніе на то обстоятельство, что, при такой свободѣ вращенія по азимуту, ничто не мѣшаетъ горизонтальный кругъ — искатель замѣнить точно дѣленнымъ азимутальнымъ кругомъ съ отсчетами помощью микроскоповъ. Такимъ образомъ, пассажный инструментъ, не потерявъ своихъ основныхъ свойствъ, получилъ, сверхъ того, всѣ качества астрономическаго теодолита; присоединеніе же затѣмъ повѣрительной трубы (впервые въ № 11) сдѣлали этотъ инструментъ вполнѣ пригоднымъ для тріангуляцій на переносномъ штативѣ. Стоитъ еще замѣнить вертикальный кругъ-искатель точно дѣленнымъ вертикальнымъ кругомъ и такой инструментъ будетъ въ полномъ смыслѣ универсальнымъ, не по названію только, а по дѣйствительной возможности употребить его для всѣхъ случаевъ астрономической и геодезической практики. Этотъ послѣдній шагъ, въ принципѣ, уже обдуманъ [illegible] весьма можетъ быть, что онъ осуществится на одномъ изъ послѣдующихъ инструментовъ, имѣющихъ выйти изъ рукъ механика-художника.

2. Описаніе каждаго сложнаго астрономическаго инструмента можетъ быть двоякое: или оно, послѣ общаго обозрѣнія, заключается въ детальномъ разсмотрѣніи каждой отдѣльной части до послѣдняго винтика *), или же лишь въ указаніи на существенныя части, съ объясненіемъ основаній ихъ устройства. Такъ какъ, съ одной стороны, описываемый № 11 не есть еще законченный типъ, съ другой же, большинство мелкихъ частей инструмента имѣетъ значеніе лишь конструктивное, не вліяющее ни на способы, ни на точность наблюденій, то кажется болѣе цѣлесообразнымъ, при описаніи инструмента, держаться исключительно общаго обозрѣнія составныхъ его частей. Чертежи NN 1, 2, 3 и 4 съ поставленными буквами позволяютъ оріентироваться въ послѣдующемъ изложеніи.

Пулковскій горизонтальный кругъ состоитъ изъ трехъ главныхъ частей: 1) *неподвижнаго основанія* (die Grundscheibe) съ втулкою для вертикальной оси, повѣрительною трубою и самимъ горизонтальнымъ кругомъ; 2) *вращающейся платформы* (die Drehplatte) съ вертикальною осью, стойками для горизонтальной оси и микроскопами и 3) *горизонтальной оси* (die Horizontalaxe) съ ломанною трубою и постоянно висящимъ уровнемъ.

Неподвижное основаніе есть круглая, мѣдная, литая, снизу рѣшетчатая (для уменьшенія вѣса) платформа **AA**, 23-хъ дюймовъ въ діаметрѣ и $1^3/_4$ д. высоты, стоящая на трехъ подъемныхъ стальныхъ винтахъ **B**. Подъемные винты вращаются въ коническихъ, распиленныхъ по одной изъ производящихъ, мѣдныхъ маткахъ. Такое устройство позволяетъ легкими толчками, поднявъ одинъ изъ винтовъ и опустивъ его снова на подставку всаживать матку въ соотвѣтствующее ей коническое углубленіе въ платформѣ на столько, чтобы подъемные винты ходили плотно, и не слишкомъ туго. Въ данномъ имъ разъ положеніи матки удерживаются, косвенно направленными въ нихъ сквозь стѣнки платформы, винтами **b**. Послѣдовательное углубленіе матки дѣлается впрочемъ весьма рѣдко, по мѣрѣ разшатыванія винта отъ употребленія.

Въ центрѣ неподвижнаго основанія укрѣплена мѣдная, массивная, снаружи коническая втулка, въ серединѣ которой высверлено правильное цилиндрическое отверстіе для вертикальной оси вращенія инструмента. Сверху, неподвижное основаніе представляетъ кольцеобразную, 3

---

*) Въ описываемомъ инструментѣ всѣхъ отдѣльныхъ частей (кромѣ паутиновыхъ нитей) 689; изъ нихъ винтовъ разной величины и назначенія 373.

дюйма шириною, плоскость, служащую для установки верхней подвижной части инструмента вращающейся платформы. Эта верхняя часть состоитъ изъ мѣдной литой платформы **PP**, съ привинченными къ ней двумя стойками **C** и **C**, служащими подставками для горизонтальной оси инструмента. Въ серединѣ этой платформы снизу, привинченъ толстый стальной цилиндръ (длина 7, діаметръ $1^1/_2$ дюйма), проходящій черезъ втулку нижняго основанія и составляющій вертикальную ось вращенія инструмента. Для легкости вращенія, цилиндръ этотъ оканчивается закаленымъ полушаромъ.

3. Подъемный механизмъ, служащій для временнаго отдѣленія всей верхней части инструмента отъ неподвижнаго основанія, устроенъ весьма просто. Подъ неподвижнымъ основаніемъ находится толстая стальная скоба **DD**; одинъ конецъ ея свободно, но безъ шатанія, вращается около горизонтальной оси **o**, другой же насаженъ на головку вертикальнаго винта **F**, съ крутою плоскою нарѣзкою. Матка этого винта неподвижно укрѣплена въ тѣлѣ основанія. Поворотомъ подъемнаго рычага **G** легко, по желанію, поднять или опустить скобу въ извѣстныхъ предѣлахъ. Въ части скобы **DD**, приходящейся подъ вертикальною осью, имѣется стальная пластинка **a**, при опущенной скобѣ нѣсколько отстоящая отъ конца цилиндра; стоитъ повернуть подъемный рычагъ, и скоба, поднявшись, подниметъ цилиндръ и всю верхнюю часть инструмента. Легкость и плавность вращенія рычага и поднятія скобы достигается шайбою, одѣтою на голову винта **F**. Имѣя въ виду постепенное изнашиваніе трущихся частей, пластинка **a** имѣетъ форму клина, который, сохраняя постоянно горизонтальность своей верхней поверхности, можетъ передвигаться взадъ и впередъ, и закрѣпляться въ требуемомъ положеніи неподвижно винтомъ **v**. Положеніе клинообразной пластинки опредѣляется тѣмъ, чтобы, при опущенной скобѣ, между упомянутою пластинкою и оконечностью цилиндра, существовалъ замѣтный глазу просвѣтъ. Если она касается оконечности цилиндра, то не будетъ обезпечена прочность положенія верхней части инструмента относительно нижней при наблюденіяхъ. Если же указанный просвѣтъ значителенъ, то движенія поворотнаго рычага (ограниченнаго подъемными винтами) не будетъ достаточно для поднятія и свободнаго вращенія при переложеніи инструмента.

Вся верхняя вращающаяся часть инструмента такъ уравновѣшана, что будучи поднята, опираясь на единственную центральную точку, она вращается просто руками, вполнѣ свободно и плавно. Мало того, вертикальная ось ходитъ во втулкѣ столь плотно и правильно *), что поднятіе или опусканіе верхней части почти не выводятъ звѣзды съ нити, что весьма удобно при наблюденіяхъ, такъ какъ позволяетъ съ перваго раза точно устанавливать инструментъ въ любомъ вертикалѣ. Впрочемъ, вращающаяся платформа имѣетъ и микрометрическое движеніе. На верхнюю часть центральной втулки надѣто кольцо съ выступающими приливами. Черезъ одинъ изъ приливовъ проходитъ закрѣпляющій винтъ **J**, а другой оканчивается желобомъ съ винтовою нарѣзкою. Къ этой нарѣзкѣ прилегаетъ большой азимутальный винтъ **L**. Если винтъ **J** не закрѣпленъ, верхняя часть инструмента, не будучи поднята, не можетъ передвигаться по азимуту един-

---

*) О точности отдѣлки поверхностей цилиндра и втулки можно судить изъ того, что, до сборки инструмента, держа втулку вертикально, цилиндръ проходилъ одинаково плавно будучи вставленъ съ одной или другой стороны; а когда былъ слегка смазанъ, то проходилъ вслѣдствіи одной собственной своей тяжести длину втулки въ теченіи 15 секундъ.

ственно вслѣдствіи ея собственной тяжести. При закрѣпленіи винта **J** кольцо скрѣпляется съ центральною втулкою и верхняя часть, вращеніемъ винта **L** получаетъ микрометрическое движеніе.

Указанная выше правильность дѣйствія подъемнаго механизма почти исключаетъ необходимость микрометрическаго движенія; оно можетъ понадобиться лишь только тогда, когда непремѣнно желательно подвести извѣстный штрихъ горизонтальнаго круга подъ нить микроскопа, напримѣръ при изслѣдованіи штриховъ. Тѣмъ не менѣе описанное микрометрическое движеніе не есть излишняя роскошь. Имъ обезпечивается другое весьма существенное условіе: незыблемость положенія вращающейся платформы относительно неподвижнаго основанія. Въ самомъ дѣлѣ обѣ эти части инструмента касаются другъ друга сплошными плоскостями. Плоскости эти хотя и отшлифованы почти идеально, а отъ пыли, свободныя части поверхности неподвижнаго основанія предохранены мѣдными крышками **KK**, тѣмъ не менѣе частички масла и случайно попавшій соръ могли бы вредить полному соприкосновенію обѣихъ поверхностей. Микрометрическое же движеніе по азимуту, сопряженное съ значительнымъ треніемъ — такъ сказать — притираетъ одну поверхность къ другой, обращаетъ эти двѣ отдѣльныя части въ одно цѣлое *).

4. Положеніе вращающейся платформы относительно неподвижнаго основанія опредѣляется отсчетомъ на горизонтальномъ кругѣ **hh**. Этотъ кругъ, имѣющій въ діаметрѣ $16\frac{1}{2}$ дюймовъ раздѣленъ черезъ 4′ извѣстнымъ механикомъ Репсольдомъ въ Гамбургѣ. Центральнымъ своимъ отверстіемъ онъ плотно, но безъ помощи винтовъ, насаженъ на центральную втулку. Горизонтальный кругъ этотъ сохраняетъ неизмѣнное положеніе относительно втулки не только треніемъ своего отверстія о соотвѣтствующія части втулки, но еще и давленіемъ особаго мѣднаго кружка, привинченнаго къ втулкѣ сверху и постоянно нажимающаго на центральную часть круга. Этого вполнѣ достаточно для неизмѣннаго сохраненія положенія круга относительно втулки, а слѣдовательно и относительно всей нижней платформы. Тѣмъ не менѣе, взявшись руками за части окружности круга, выступающія по обѣимъ сторонамъ верхней части инструмента, можно еще вращать весь кругъ въ горизонтальной плоскости. Этимъ облегчается не только установка **O** дѣленія въ меридіанѣ, при любомъ расположеніи ножекъ инструмента, но и является возможность, при измѣреніи горизонтальныхъ угловъ, послѣдовательно переставлять кругъ и дѣлать отсчеты на разныхъ мѣстахъ лимба для исключенія ошибокъ дѣленія.

Должно однако сознаться, что описанное приспособленіе для перестановки круга, необходимое въ точномъ угломѣрномъ снарядѣ, представляетъ слабую часть инструмента. Дѣйствительно, усилія рукъ, прилагаемыя къ окружности лимба, и сопряженныя со стараніемъ не касаться самыхъ штриховъ, неминуемо влекутъ за собою гнутіе круга, притомъ гнутіе двоякое: въ плоскости лимба и въ плоскости къ нему перпендикулярной. Отъ многократнаго повторенія такихъ манипуляцій горизонтальный кругъ можетъ сдѣлаться совершенно негоднымъ къ точнымъ измѣреніямъ. Не только желаніе сохранить въ исправности такую цѣнную составную часть, какъ гори-

*) Должно замѣтить, что это значеніе микрометрическаго движенія, можетъ быть, будетъ имѣть существенную важность лишь въ послѣдствіи, послѣ многихъ годовъ употребленія инструмента. Въ настоящее же время соприкосновеніе обѣихъ поверхностей достигается вполнѣ однимъ опусканіемъ верхней части на нижнюю, и произведенные нарочно ряды наблюденій «съ притираніемъ» и «безъ притиранія» не показали никакой разницы.

зонтальный кругъ, но еще и неудобство перестановки его требуютъ усовершенствованія въ существующемъ теперь слишкомъ примитивномъ способѣ его вращенія *).

На центральную втулку, на верхнюю часть которой насаженъ горизонтальный кругъ, снизу, подъ неподвижнымъ основаніемъ, надѣта муфта, несущая повѣрительную трубу. Такимъ образомъ, каждое измѣненіе положенія горизонтальнаго круга неминуемо отзовется въ направленіи повѣрительной трубы. Скрѣпленіе повѣрительной трубы съ муфтою устроено слѣдующимъ образомъ: съ одной стороны муфты имѣется массивный приливъ съ просверленнымъ коническимъ отверстіемъ, въ которое входитъ и затѣмъ закрѣпляется винтомъ коническій стержень; съ этимъ стержнемъ составляетъ одно цѣлое оправа **E**, обхватывающая среднюю часть самой повѣрительной трубы **TT**. Труба эта, уравновѣшенная на муфтѣ особымъ противувѣсомъ, есть обыкновенная астрономическая труба (отверстіе объектива 1,9 дюйма, фокуское разстояніе 25 дюймовъ, увеличеніе 70) съ микрометромъ. Микрометръ имѣетъ одну горизонтальную и двойную передвижную вертикальную нити. Обороты микрометрическаго винта отсчитываются на зубцахъ пластинки, расположенной въ фокусѣ трубы, а части оборота на барабанѣ, раздѣленномъ на 100 частей. Каждое дѣленіе барабана составляетъ 0",65 (для безконечно удаленнаго предмета).

Для установки на марку, повѣрительная труба имѣетъ свободное движеніе по азимуту до 60°, насколько позволяютъ подъемные винты и скоба **DD**, и въ вертикальной плоскости до 20°, пока ея объективный или окулярный конецъ не упрутся въ край основанія. Разъ наведенная на марку повѣрительная труба удерживается въ своемъ положеніи въ вертикальномъ направленіи винтомъ (на чертежахъ невиденъ) прикрѣпляющимъ коническій стержень оправы къ муфтѣ, а по азимуту винтомъ **S**. При этомъ, для болѣе полнаго сохраненія неизмѣнности положенія трубы по азимуту, винтъ **S** нажимаетъ къ втулкѣ не гладкую пластинку, какъ это дѣлается обыкновенно, а пластинку съ четырьмя выступами, выточенными по поверхности цилиндра.

5. Вращающаяся платформа устанавливается въ любомъ вертикалѣ по индексамъ **i**, укрѣпленнымъ въ рамочкахъ съ поправительными винтами. Хотя горизонтальный кругъ не имѣетъ особаго, грубаго, дѣленія для установки, но находящіеся при индексахъ лупы позволяютъ видѣть тонкіе штрихи лимба. Точные отсчеты на горизонтальномъ кругѣ производятся на двухъ, діаметрально расположенныхъ, микроскопахъ **M** съ микрометрами. Каждый изъ этихъ микроскоповъ прикрѣпленъ къ вращающейся платформѣ помощью оправы съ винтами для малыхъ перемѣщеній вправо и влѣво, впередъ и назадъ. Оправа имѣетъ два расположенныхъ другъ надъ другомъ кольца, въ которыхъ сама трубка микроскопа можетъ передвигаться по вертикальной линіи, и можно всегда установить микроскопъ такъ, чтобы подвижныя нити микрометра пришлись въ мѣстѣ изображенія штриховъ въ микроскопѣ. Кромѣ того, объективы микроскоповъ ввинчены въ особыя внутреннія трубочки, закрѣпляемыя неподвижно винтиками **n**. Отпустивъ эти винтики, можно перемѣщать объективную трубку по оси микроскопа и весьма легко достигнуть того положенія ея, когда число оборотовъ барабана микрометра для передвиженія нитей отъ одного

---

*) Отсутствіе удобной перестановки горизонтальнаго круга оправдывается тѣмъ, что она вовсе не имѣлась въ виду при проектированіи описываемаго инструмента: предполагалось укрѣпить кругъ неподвижно; мысль о перестановкѣ явилась лишь послѣ изготовленія главныхъ составныхъ частей.

штриха круга къ другому, будетъ цѣлымъ числомъ. Въ данномъ случаѣ, это цѣлое число есть 4 и каждый оборотъ винта соотвѣтствуетъ 1′ (кругъ раздѣленъ черезъ 4′). Барабаны микрометровъ раздѣлены на 60 частей, соотвѣтствующихъ секундамъ въ дугѣ, что даетъ возможность дѣлать отсчеты до 0″,1. Увеличеніе микроскоповъ около 35.

На рамочкахъ микрометровъ расположены по двѣ пары близкихъ между собою нитей, въ промежутки между которыми ставится штрихъ горизонтальнаго круга. Для исключенія эксцентриситетовъ барабановъ середины паръ нитей отстоятъ другъ отъ друга на 4½ оборота винта. Точность расположенія нитей въ микрометрахъ видна изъ того, что произведенныя для этого изслѣдованія дали разстояніе между серединами паръ нитей для

I-го микроскопа	$4^{\text{об.}} + 30^{\tau},270 \pm 0^{\tau},069$
II-го »	$4^{\text{об.}} + 29,778 \pm 0,053$.

Высота хода микрометрическихъ винтовъ есть 0,008 дюйма, слѣдовательно $0^{\tau},25$ составляютъ въ линейной мѣрѣ только 0,00003 дюйма. Далѣе, изслѣдованія цѣны дѣленій барабановъ микроскоповъ дали для

I-го микроскопа	$1^{\tau} = 1'',000 \pm 0'',0005$
II-го »	$1 = 1,001 \pm 0,0007$

Такъ какъ вѣроятная случайная ошибка штриха на лимбѣ горизонтальнаго круга есть ± 0″,28 *), а вѣроятная ошибка одного отсчета ± 0″,47 то, при приведеніи отсчетовъ нѣтъ никакой надобности вводить какіе бы то ни было поправки и можно принимать за точное значеніе $\tau = 1''$. Цѣна одного дѣленія барабановъ микроскоповъ сохраняется въ описываемомъ инструментѣ на весьма долгое время, такъ какъ, при укладкѣ и перевозкѣ, микроскопы остаются относительно лимба въ томъ же положеніи какъ и при наблюденіяхъ. Въ другихъ же большихъ переносныхъ инструментахъ, напримѣръ въ большомъ универсальномъ инструментѣ Эртеля, рама съ микроскопами при укладкѣ въ ящики совершенно отдѣляется отъ лимба и цѣна одного дѣленія барабана должна быть опредѣлена особо послѣ каждой сборки инструмента.

Какъ на нѣкоторое неудобство при отсчетахъ микрометровъ описываемаго Пулковскаго горизонтальнаго круга можно указать лишь на то, что расположеніе серединъ паръ нитей на

---

*) Невольно обращаетъ на себя вниманіе удивительно малая и вездѣ одинаковая вѣроятная случайная ошибка штриховъ на кругахъ г. Репсольда. Сопоставивъ величины этихъ ошибокъ на кругахъ разныхъ діаметровъ:

Большой меридіанный кругъ Пулковской обсерваторіи вѣр. ош. штр. =	± 0″,08	діам.	48,0
Пулковскій горизонтальный кругъ	± 0,28	»	16,5
Переносный вертикальный кругъ	± 0,45	»	11,0
Новый отражательный кругъ	± 1,40	»	3,0

легко убѣдиться, что угловая величина случайной ошибки штриха во всѣхъ случаяхъ обратно пропорціональна радіусу круга и соотвѣтствуетъ линейной ошибкѣ въ 0,000025 дюйма.

разстояніи $4\frac{1}{2}$ оборота заставляетъ, при наведеніи второй пары нитей, дѣлать каждый разъ лишнее движеніе винта назадъ. Слѣдовало бы это разстояніе сдѣлать равнымъ $3\frac{1}{2}$ оборота винта.

Уничтоженіе мертваго хода микрометрическихъ винтовъ при микроскопахъ достигается большими боковыми пружинами **1**. Вращая винты въ положительную сторону (смотря на головку по направленію движенія часовой стрѣлки), пружины противудѣйствуютъ движенію рамочекъ микрометровъ.

Какъ видно изъ чертежей, индексы горизонтальнаго круга расположены по діаметру, перпендикулярному къ оси главной трубы инструмента, микроскопы же установлены правѣе индексовъ на 20°, и потому они не мѣшаютъ главной трубѣ принимать горизонтальное положеніе. Правда, въ этомъ положеніи трубы, надо дѣлать отсчеты ближайшаго микроскопа лѣвымъ глазомъ; хотя это не вредитъ точности отсчета и притомъ для отсчета микроскопа можно каждый разъ поднять трубу, но все же было бы удобнѣе расположить микроскопы не правѣе, а лѣвѣе индексовъ; тогда отсчеты всегда дѣлались бы однообразно, правымъ глазомъ *).

Къ основаніямъ оправъ микроскоповъ, не касаясь самихъ выступающихъ объективныхъ трубокъ ихъ, придѣланы иллюминаторы, сосредоточивающіе освѣщеніе на отсчитываемыхъ штрихахъ круга. Эти иллюминаторы можно, по надобности, поворачивать въ ту сторону, откуда направленъ свѣтъ. Ночью освѣщеніе производится ручнымъ фонаремъ; днемъ же, при наблюденіяхъ въ закрытомъ съ боковъ помѣщеніи (въ башнѣ), падающій сверху дневной свѣтъ отражается въ иллюминаторы особыми зеркальцами, которыя ставятся въ требуемомъ положеніи гдѣнибудь на крышки **КК**.

6. Укрѣпленныя на краяхъ вращающейся платформы стойки **СС** оканчиваются вверху лагерами, поддерживающими горизонтальную ось инструмента. Сдѣланные изъ твердой мѣди лагерные вырѣзы представляютъ двѣ, наклоненныя другъ къ другу подъ прямымъ угломъ, слегка выпуклыя, поверхности, соединенныя небольшою, углубленною, горизонтальною площадкою. Высота лагерей надъ верхнею поверхностью основанія всего 8 дюймовъ. Такое незначительное возвышеніе, — осуществить которое сдѣлалось возможнымъ только послѣ исключенія механизма для перекладки оси и искуснымъ расположеніемъ противувѣсовъ — много способствуетъ устойчивости инструмента. Лагеры не имѣютъ вовсе исправительныхъ винтовъ; высота ихъ выровнена механикомъ при самой постройкѣ инструмента. Отсутствіе исправительныхъ винтовъ не есть недостатокъ; оно служитъ вѣрнѣйшимъ ручательствомъ полной неизмѣнности лагерей относительно основанія инструмента, а слѣдовательно и большаго постоянства наклонности. Сохраненіе же равенства высотъ лагерей обезпечивается отсутствіемъ перекладки оси. Если лагери отъ времени немного и углубляются, то оба почти равномѣрно. Въ теченіи произведенныхъ длинныхъ рядовъ наблюденій, наклонность при разныхъ положеніяхъ вращающейся платформы относительно неподвижнаго основанія, измѣнялась весьма незначительно.

Приступая къ описанію горизонтальной оси инструмента необходимо указать, что она, будучи составлена изъ одиннадцати частей, стальныхъ и мѣдныхъ, образуетъ все же совершенно

---

*) Удалить микроскопы дальше чѣмъ на 20° отъ индексовъ препятствуетъ существующій размѣръ верхней части инструмента.

одно цѣлое. Отдѣльныя части послѣдовательно насажены другъ на друга въ состояніи охлажденія однихъ и нагрѣванія другихъ такъ, что, независимо отъ спайки, они держатся одна на другой совершенно прочно. При этомъ, многолѣтняя опытность механика, привела къ такимъ размѣрамъ частей, что послѣ ихъ сборки нельзя опасаться ни разрывовъ отъ чрезмѣрнаго напряженія, ни существованія промежутковъ (зазоровъ) отъ недостаточнаго стягиванія.

Ось со своими принадлежностями образуетъ ломанную трубу инструмента. Середину ея составляетъ пустой внутри мѣдный кубъ **N**, по обѣ стороны котораго находятся два конуса, переходящіе затѣмъ въ цилиндры; все это сдѣлано изъ одного куска мѣди. Въ концы цилиндровъ вставлены стальныя трубки, составляющія собственно ось вращенія. На эти стальныя трубки насажены короткіе, закаленные, стальные цилиндры — цапфы. Діаметръ ихъ 1,9 дюйма; разстояніе одного отъ другаго 19 дюймовъ.

Какъ извѣстно, правильность цапфъ пассажнаго инструмента составляетъ всегда особенную заботливость механика. Г. Гербсту, послѣ ряда попытокъ и изысканій, удалось прежній утомительный, продолжительный и дорогой способъ шлифовки цапфъ алмазною пылью замѣнить весьма совершеннымъ, легкимъ, сравнительно скорымъ и дешевымъ способомъ шлифовки помощью быстро вращающагося мѣднаго диска. Этотъ послѣдній способъ, составляющій въ деталяхъ секретъ изобрѣтателя, даетъ теперь поразительные результаты. Въ два, три дня получаются цапфы такого же, если не большаго, совершенства, чѣмъ при прежнемъ способѣ, когда употреблялось на то двѣ, три недѣли *).

Произведеннымъ изслѣдованіемъ разности толщины цапфъ описываемаго инструмента обнаружено, что діаметръ ламповаго цапфа меньше діаметра окулярнаго на 0,000025 дюйма; слѣдовательно поправка наклонности оси за разность толщины цапфъ составляетъ лишь немного болѣе $0''\!,1$; притомъ и эту поправку вводить нѣтъ надобности, такъ какъ она исключается сама собою при комбинаціи наблюденій съ противуположными положеніями оси.

Одинъ конецъ оси служитъ для помѣщенія окуляра, другой — приспособленъ къ освѣщенію поля зрѣнія. Окулярная трубка плотно входитъ въ соотвѣтствующую ей трубку оси и закрѣпляется тремя винтами **e**. Перемѣщеніе окулярной трубки по направленію оси и вращеніе ея (для установки сѣти по фокусу трубы и нитей перпендикулярно плоскости ломанной оптической оси) дѣлается помощью четырехъ исправительныхъ винтовъ **f**. Этими винтиками, упирающимися въ грани кубика, прикрѣпленнаго къ окулярной трубкѣ, можно исправлять положеніе сѣти лишь отпустивъ винты **e**; сдѣлавъ же необходимое исправленіе, винты **e** закрѣпляются и тогда окуляръ съ сѣтью нитей сохраняетъ свое положеніе неизмѣнно.

Окулярная сѣть состоитъ изъ системы взаимно перпендикулярныхъ нитей, расположеніе которыхъ видно изъ чертежа № 5. Вертикальныя, числомъ 9, суть нити для наблюденія прохожденій звѣзды при ея движеніи по азимуту; изъ горизонтальныхъ: двѣ среднія служатъ для на-

---

*) О томъ, какія предосторожности приходится принимать при шлифовкѣ цапфъ, можно судить изъ того, что толчки воздуха о плоскія поверхности куба, составляющаго среднюю часть горизонтальной оси инструмента производятъ неправильности самаго вращенія на токарномъ станкѣ. Г. Гербстъ устраняетъ эти толчки прикрытіемъ куба картоннымъ цилиндромъ.

правленія звѣзды, чтобы мѣсто прохожденія звѣзды черезъ нити случалось всегда близъ ихъ середины; двѣ другія — для замѣчанія прохожденій звѣзды по высотѣ, при наблюденіи соотвѣтствующихъ высотъ по способу г-на профессора полковника Цингера. Всѣ неподвижныя нити натянуты на пластинкѣ, передвигаемой взадъ и впередъ особымъ винтикомъ, котораго головка утоплена въ стѣнку коробки микрометра окуляра. Это передвиженіе дѣлается для исправленія коллимаціонной ошибки, потому что, какъ сказано будетъ ниже, большая призма ломанной трубы, послѣ первоначальной установки, не можетъ мѣнять своего положенія для этой цѣли. Въ данномъ ей разъ положеніи, пластинка съ нитями закрѣпляется двумя винтиками, расположенными въ задней стѣнкѣ коробки и прикрытыми особою подвижною муфтою.

Разстоянія нитей отъ средней, выведенныя В. К. Делленомъ изъ многочисленныхъ измѣреній на дѣлительной машинѣ и наблюденій прохожденій, суть слѣдующія:

Нити.	Въ дугѣ.	Во времени.	lg приведенія на среднюю нить во времени.
I	12′ 53″,43	51ˢ,563	1,71234
II	9 30,39	38,026	1,58008
III	6 12,39	24,826	1,39490
IV	3 2,45	12,164	1,08506
V	—	—	—
VI	3 2,31	12,154	1,08472
VII	6 14,03	24,936	1,39682
VIII	9 31,81	38,121	1,58116
IX	12 56,89	51,792	1,71427

Первою нитью считается та, на которую прежде другихъ вступаетъ южная звѣзда при положеніи инструмента кругъ **W**.

Кромѣ постоянныхъ нитей окуляръ снабженъ микрометромъ съ подвижными нитями. Такихъ подвижныхъ, неизмѣнныхъ относительно другъ друга, нитей три. Всѣ онѣ натянуты на особой пластинкѣ, движущейся въ пазахъ весьма близко передъ неподвижными нитями, и служатъ для наведенія на звѣзды, медленно двигающіяся по азимуту и на земные сигналы. При этомъ, по желанію, можно наводить на такую звѣзду или сигналъ середину двухъ близкихъ нитей b и c (угловое разстояніе 16″) или же попеременно нити a и b, натянутыя на разстояніи полуоборота микрометрическаго винта (27″) для исключенія эксцентриситета барабана. Пользоваться наведеніемъ самихъ нитей, а не ихъ промежутковъ, можно при яркой звѣздѣ или при наблюденіяхъ ночью, когда толщина нити не скрываетъ за собою звѣзды.

Микрометръ окуляра имѣетъ барабанъ, раздѣленный на 100 частей. Каждое дѣленіе барабана = 0″,5478; обороты микрометрическаго винта отсчитываются на зубцахъ пластинки *),

*) Нельзя не пожелать, чтобы микрометры переносныхъ инструментовъ снабжались бы такимъ же приспособленіемъ для непосредственнаго отсчета оборотовъ винта, какъ это дѣлается у большихъ постоянныхъ инструментовъ. Отсчитываніе оборотовъ на зубцахъ пластинки, помѣщенной въ фокусѣ трубы, ведетъ иногда къ ошибкамъ и излишне утомляетъ наблюдателя.

расположенной подъ неподвижными нитями. Для насаживанія на ось микрометрическаго винта, барабанъ имѣетъ круглое, а не четырехгранное отверстіе; установивъ его нуль противъ индекса при наведеніи середины близкихъ подвижныхъ нитей на среднюю неподвижную нить, или вообще на каждую средину между зубцами, барабанъ закрѣпляется особою гайкою.

Для уничтоженія мертваго хода и шатанія винта, въ микрометрѣ окуляра, нельзя поставить внѣшней пружины, какъ это сдѣлано въ микрометрахъ микроскоповъ; въ окулярѣ требуется столь значительное линейное перемѣщеніе подвижныхъ нитей (около $^1/_3$ дюйма), что пружина не можетъ сохранять въ обоихъ крайнихъ положеніяхъ одинаковое напряженіе. Мѣтка **M** (чертежъ № 6) микрометрическаго винта обхватываетъ такое большое число оборотовъ (болѣе 20-ти, микрометрическій винтъ имѣетъ 125 оборотовъ на 1-мъ дюймѣ), что нѣтъ причины опасаться ея шатанія; стволъ же винта постоянно отталкивается отъ внѣшней стѣнки коробки пружиною **nn** и упирается своимъ коническимъ концемъ въ поперечину **p**. Дѣйствію пружины **nn** помогаетъ отчасти и сила тяжести, такъ какъ микрометрическій винтъ занимаетъ при наблюденіяхъ всегда высшую часть всего микрометрическаго прибора.

Окуляровъ при главной трубѣ три, съ увеличеніемъ въ 40, 71 и 111 разъ; кромѣ того для наблюденій солнца имѣются два темныхъ стекла разной степени прозрачности. Окуляры ввинчиваются въ пластинку **p** (черт. 1 и 4), передвигаемую винтомъ **q**; это передвиженіе необходимо для того, чтобы центръ поля зрѣнія окуляра находился всегда вблизи той нити, которая служитъ для наблюденія.

Объективъ главной трубы (отверстіе 2,6 дюйма, фокусное разстояніе 30 дюймовъ) расположенъ на оконечности трубы, привинченной къ верхней грани куба горизонтальной оси.

7. Одну изъ существеннѣйшихъ частей ломанной трубы составляетъ призма; при этомъ достоинство инструмента зависитъ не только отъ оптическихъ качествъ самой призмы, но и отъ способа ея прикрѣпленія внутри куба трубы. Способъ прикрѣпленія призмы въ инструментахъ г. Гербста заключается въ слѣдующемъ:

Во внутренней поверхности массивной мѣдной доски **AA** (чертежъ № 7) выточено круглое углубленіе съ кольцеобразною закраиною. Въ это углубленіе становится массивный, изъ одного куска мѣди, стулъ **CC**, съ верхнею гранью, скошенною подъ угломъ въ 45° и сквознымъ четыреугольнымъ прорѣзомъ. Постоянно касаясь дна куба нижнею своею гранью, стулъ можетъ вращаться въ упомянутомъ кругломъ углубленіи и закрѣпляться въ неподвижномъ положеніи винтомъ **B**. На скошенной грани стула, касаясь ея своею гипотенузою лишь въ трехъ точкахъ, покоится большая стеклянная призма **P** (діаметръ отшлифованныхъ на катетахъ круглыхъ плоскостей почти 2 дюйма). Движеніе призмы вдоль поверхности стула ограничено брускомъ **aa** (двѣ точки опоры) и противуположною бруску пружинною пластинкою **Q** (третья точка опоры). Къ самой поверхности стула призма прижимается пластинкою **r** съ двумя длинными винтами **b**. Этимъ наименьшимъ, но достаточнымъ, числомъ точекъ опоры, призма вполнѣ обезпечивается въ своемъ прочномъ положеніи.

Самая чувствительная часть въ установкѣ призмы, это винты **b** Опытъ показалъ, что степень ихъ закрѣпленія имѣетъ большое вліяніе на оптическія качества призмы. Если они не вполнѣ довинчены — призма шатается; если они, такъ сказать, перевинчены — изображенія

дѣлаются дурными. Тотъ предѣлъ завинчиванія, когда призма сохраняетъ свои лучшія оптическія качества [redacted] вмѣстѣ съ тѣмъ обезпечена отъ шатанія, есть дѣло чувствительности рукъ, и потому, разъ приданное имъ механикомъ положеніе лучше потомъ вовсе не мѣнять. Между тѣмъ, въ дорогѣ, продолжительная тряска инструмента, можетъ быть причиною самопроизвольнаго отвинчиванія этихъ винтовъ. Для устраненія такого самопроизвольнаго отвинчиванія къ этимъ винтамъ приданы контръ-винтики **k**. Входя съ боковъ въ пластинку **r**, и врѣзываясь своими острыми концами въ тѣло винтовъ **b**, они сохраняютъ неизмѣнно разъ приданное имъ положеніе.

Изъ изложеннаго видно, что въ системѣ закрѣпленія призмы нѣтъ никакихъ исправительныхъ винтовъ*). Поверхности стула и призмы пронивеллированы въ мастерской и затѣмъ призма можетъ имѣть на своемъ стулѣ только одно опредѣленное положеніе. Это обезпечиваетъ незыблемость положенія призмы на продолжительное время. Движеніе возможно давать лишь всему стулу, который, какъ сказано выше, можетъ вращаться и закрѣпляться винтомъ **B**. Эти перемѣщенія стула, измѣняющія мѣсто зенита на вертикальномъ кругѣ, дѣлаются помощью двухъ винтовъ **k** (см. чертежи №№ 1, 2 и 3), которые, проходя черезъ боковыя стѣнки куба трубы, упираются въ стулъ призмы. Отпустивъ винтъ **B** является возможность, ввинчивая одинъ и вывинчивая другой, изъ этихъ винтовъ, вращать призму.

Проникновеніе лучей лампы, освѣщающей сѣть нитей, совершается черезъ контръ-призмачку **n**, приклеенную въ центрѣ гипотенузы призмы **P** канадскимъ бальзамомъ. По своей малой величинѣ (ребра катетовъ менѣе 1 линіи) и вѣсу она обезпечена отъ отрыванія; симметрія же ея, т. е. равенство ея катетовъ, позволяетъ въ случаѣ нужды, при поврежденіи одного изъ угловъ большой призмы, поворачивать эту послѣднюю другимъ катетомъ къ объективу, въ чемъ при путешествіи можетъ представиться надобность. Лишніе боковые лучи свѣта задерживаются расположенными по бокамъ призмы діафрагмами. Отвинтивъ ихъ получается свободный доступъ ко всѣмъ тремъ поверхностямъ призмы въ случаѣ ея чистки **).

Для самаго освѣщенія сѣти нитей у противуположнаго окуляру конца оси помѣщается масленная лампочка въ закрытомъ фонарѣ **H**, съ выпуклымъ стекломъ, сосредоточивающемъ свѣтъ по оси трубы на контръ-призмочку. Сила освѣщенія регулируется модераторомъ, состоящимъ изъ прорѣзаннаго цилиндра, расположеннаго въ конусѣ оси вблизи куба, и вращаемаго пуговкою **u**.

---

*) Брусъ **aa** можетъ послѣ открѣпленія винта **M** въ небольшихъ предѣлахъ передвигаться винтами **N** (одинъ изъ нихъ видѣнъ на чертежѣ). Но это перемѣщеніе дѣлается только при первоначальной установкѣ для достиженія параллелизма обращеннаго къ объективу катета призмы съ дномъ куба.

**) Освѣщеніе поля зрѣнія, какъ извѣстно, представляетъ на практикѣ задачу весьма трудную. Боковое освѣщеніе, вліяющее на кажущееся положеніе нитей въ окулярѣ, нынѣ оставлено [redacted] механики принуждены устраивать освѣщеніе центральное. Всякое измѣненіе свободной поверхности гипотенузы призмы можетъ служить средствомъ пропустить лучи свѣта по оси трубы. Для этого достаточно сдѣлать центральную частичку гипотенузы матовою или просто наклеить клочекъ восковой бумаги (какъ сдѣлалъ въ минуту нужды профессоръ Швейцеръ). Но всего раціональнѣе располагать тамъ маленькую контръ-призмочку. Вся трудность заключается въ прочномъ прикрѣпленіи этой контръ-призмочки. Каждая лишняя частица скрѣпляющаго состава отнимаетъ въ большой призмѣ полезные лучи свѣта. Вотъ почему заслуживаетъ упоминанія предложенный [redacted] осуществленный г. Гербстомъ способъ серебренія гипотенузы большой призмы. Кромѣ устраненія необходимости чистить гипотенузу (сопряженной съ рискомъ отломить контръ-призмочку) [redacted] постоянства отражательной способности ея, серебреніе это допускаетъ, послѣ очищенія центральнаго кружечка для пропуска лучей, весьма прочно укрѣплять контръ-призмочку.

Лампочка употребляется конечно только ночью, почему и полочка, служащая ей подставкою, сдѣлана съемною; она вкладывается въ соотвѣтствующіе ей пазы только при употребленіи самой лампочки. Тогда же, для равновѣсія, у окулярнаго конца вставляется стальная пластинка съ грузомъ **Q**.

8. Установка трубы на требуемое зенитное разстояніе дѣлается на вертикальномъ кругѣ искателѣ (діаметръ 10 дюймовъ), привинченномъ къ окулярному концу оси. Кругъ этотъ раздѣленъ черезъ 10′ и зенитныя разстоянія отсчитываются на индексѣ при помощи выдвижной лупы. Индексъ снабженъ поправочными винтами для установки круга на 0 при направленіи трубы въ зенитъ. Для малыхъ и плавныхъ перемѣщеній круга высотъ имѣется безконечный винтъ **r**, входящій своею нарѣзкою въ нарѣзку внѣшняго края вертикальнаго круга. Самъ винтъ **r** имѣетъ въ предѣлѣ продолговатаго отверстія въ кубикѣ **s** свободное движеніе, и въ обыкновенномъ положеніи онъ, отъ собственной тяжести, опущенъ и не касается вовсе круга, который ставится просто руками на любое зенитное разстояніе. Для скрѣпленія винта **r** съ вертикальнымъ кругомъ служитъ эксцентрикъ съ ручкою **t**. Предѣлъ поднятія безконечнаго винта разсчитанъ такъ, что при скрѣпленіи его съ вертикальнымъ кругомъ онъ движется съ значительнымъ мертвымъ ходомъ; этотъ мертвый ходъ, не составляя въ данномъ случаѣ неудобства, обезпечиваетъ при наблюденіяхъ полное соприкосновеніе окулярнаго цапфа къ своему лагеру.

Употребляя инструментъ для наблюденій соотвѣтствующихъ высотъ по способу полковника Цингера, къ вертикальному кругу привинчивается особая оправа съ чувствительнымъ уровнемъ. Эта оправа, скрѣпляемая нажимными винтами съ верхнею частью вертикальнаго круга, при различныхъ его положеніяхъ составляетъ съ нимъ, при наблюденіяхъ, одно цѣлое.

Равновѣсіе оси съ привинченными къ ней объективною трубою, окулярною трубкою и вертикальнымъ кругомъ достигается весьма искусно расположенною системою противувѣсовъ. Наиболѣе выдающаяся часть — объективная труба **O** — уравновѣшена тремя грузами: толстымъ дномъ куба **N**, сплошною частью вертикальнаго круга **c** и массивнымъ полукруглымъ приливомъ **d** у конца оси, обращеннаго къ лампѣ. Вмѣстѣ съ тѣмъ этотъ грузъ **d** служитъ противувѣсомъ окуляра. Такое расположеніе противувѣсовъ позволило г. Гербсту облегчить ось, сравнительно съ прежними своими же инструментами и инструментами Брауера на 8 фунтовъ (1 п. $11\frac{1}{2}$ ф. и 1 п. $3\frac{1}{2}$ ф.), что имѣетъ важное значеніе, такъ какъ каждый лишній фунтъ на оси отзывается на постоянствѣ фигуры цапфъ и лагерей.

9. Наклонность оси опредѣляется уровнемъ **yy**, постоянно висящимъ на инструментѣ и предохраненномъ стеклляннымъ, цилиндрическимъ колпакомъ. Система его исправительныхъ горизонтальныхъ и вертикальныхъ винтовъ расположена снаружи, внѣ колпака. Для точной установки главнаго уровня имѣется еще вспомогательный поперечный уровень.

Оправа уровня имѣетъ ту особенность, что наблюдатель имѣетъ возможность постоянно убѣждаться, что пузырекъ дѣйствительно занимаетъ надлежащее наивысшее положеніе, а не задерживается гдѣ-нибудь прилипаніемъ. Для этого въ верхней части оправы имѣются подъемные винтики **x**; проходя черезъ оправу насквозь они обыкновенно не касаются цапфъ, но, при ввинчиваніи, упираются въ нихъ, подымаютъ ту или другую сторону уровня и выводятъ пузы-

рекъ изъ его положенія равновѣсія. Это весьма важное усовершенствованіе предложено В. К. Делленомъ *). Поднимая попеременно концы уровня и покачивая его по нѣсколько разъ въ теченіи одного положенія инструмента, можно убѣждаться изъ самыхъ отсчетовъ, что положеніе пузырька дѣйствительно показываетъ наклонность; благодаря этимъ винтикамъ, даже уровень посредственной чувствительности можетъ давать надежные результаты. Части оправы уровня, накладываемыя на цапфы, вырѣзаны подъ прямымъ угломъ и прикасаются къ цапфамъ въ точкахъ, расположенныхъ въ вертикальныхъ сѣченіяхъ касанія цапфъ къ лагерамъ. Вершины оправы уровня прикрыты полуцилиндрическими колпаками, предохраняющими цапфы отъ пыли; къ этимъ колпакамъ сверху привинчены бруски **z**: оцѣниваніемъ ихъ разстоянія отъ толстыхъ колецъ горизонтальной оси достигается однообразіе установки уровня при переложеніи его. Переложеніе это, для опредѣленія мѣста 0 на уровнѣ, дѣлается поднятіемъ уровня за деревянныя ручки **w** **).

Вліяніе лучистой теплоты наблюдателя и лампы на уровень ослабляется боковыми щитами наглухо прикрѣпленными къ стойкамъ лагерей. Кромѣ того, для спеціальной цѣли предохраненія цапфы отъ нагрѣванія близъ стоящею лампою, на ламповый конецъ оси можетъ, при желаніи, привинчиваться особый картонный щитъ.

Само собою разумѣется, что описанный уровень, кромѣ опредѣленія наклонности оси, служитъ и для приведенія инструмента въ горизонтальное положеніе помощью подъемныхъ винтовъ **B**. Впрочемъ для предварительной, грубой установки имѣется на ламповой лагерной стойкѣ особый, неподвижно укрѣпленный, уровень.

10. При описаніи отдѣльныхъ частей инструмента упоминалось уже о матерьялѣ, изъ котораго онѣ сдѣланы. Не вдаваясь въ подробности, необходимо упомянуть, что употребленный на основаніе металлъ есть сплавъ изъ 40 частей мѣди, 10 цинка и 2 олова. Нѣкоторыя же отдѣльныя части, отъ которыхъ требуется бо̀льшая крѣпость (центральная втулка, лагеры и др.), сдѣланы изъ сплава съ бо̀льшимъ содержаніемъ цинка, именно изъ сплава 40 частей мѣди, 30 цинка и 5 олова.

Затѣмъ остается добавить, что окружность неподвижнаго основанія и большая часть вращающейся платформы и оправы уровня покрыты, послѣ окраски, слоемъ суконной пыли (просѣянные суконные очески), чѣмъ не только достигается предохраненіе упомянутыхъ частей отъ быстрыхъ перемѣнъ температуры, но и наблюдатель защищенъ отъ прикасанія непосредственно къ металлу при работахъ на морозѣ. Другія части основанія инструмента просто окрашены масляною краскою, а трубы, микроскопы и мѣдныя части оси покрыты лакомъ. Мелкія части, какъ-то: оправы микроскоповъ и лупъ, микрометры и нѣкоторые винты воронены. Лагеры, цапфы и прикасающіяся къ нимъ части оправы уровня оставлены, конечно, въ ихъ натуральномъ видѣ и требуютъ легкой смазки масломъ.

---

*) Самая мысль принадлежитъ астроному Гилю (Gill).

**) Въ текстѣ не упоминается объ изслѣдованіи уровня потому что употребляющійся теперь при инструментѣ уровень есть временной и слишкомъ нечувствительный, сравнительно съ качествами самаго инструмента. Его полудѣленіе = 1ʺ,34.

11. Говоря о походномъ астрономическомъ инструментѣ, необходимо упомянуть и объ его укладкѣ. Пулковскій горизонтальный кругъ размѣщается въ двухъ ящикахъ: въ одномъ, большемъ — все основаніе, въ другомъ, меньшемъ — главная ломанная труба, повѣрительная труба, уровень, лампочка, фонарь, его полочка и противувѣсъ и мелкія принадлежности (окуляры, масленка, кисточки, отвертки и пр.). Каждая часть имѣетъ свое гнѣздо, оклеенное сукномъ и укрѣпляется неподвижно частью деревянными накладками, частью прижимными, упаковочными винтами. Передъ укладкою, вращающаяся платформа должна принять извѣстное, опредѣленное положеніе относительно неподвижнаго основанія. Это положеніе опредѣляется ощупью, втыканіемъ двухъ вспомогательныхъ шпилекъ въ особыя отверстія и вращеніемъ платформы до тѣхъ поръ, пока шпильки, отъ собственной тяжести, не опустятся въ соотвѣтствующія имъ отверстія въ неподвижномъ основаніи. Передъ укладкою въ ящикъ необходимо обращать вниманіе, чтобы вращающаяся платформа была опущена на неподвижное основаніе (подъемный рычагъ), иначе упаковочные винты легко могутъ погнуть платформу, оставленную на вѣсу на одномъ центральномъ цилиндрѣ.

Ящики снаружи обложены войлокомъ, обиты непромокаемою парусиною и выкрашены масляною краскою. Не лишнее упомянуть, что кромѣ одного общаго къ обоимъ ящикамъ ключа г. Гербстъ принялъ за правило сохранять другой такой же ключъ въ правой нижней планкѣ меньшаго ящика. Въ случаѣ потери перваго ключа наблюдатель не будетъ принужденъ взламывать ящиковъ; отвинтивъ упомянутую планку онъ найдетъ другой запасный ключъ.

Вѣсъ отдѣльныхъ частей инструмента и ящиковъ слѣдующій:

Неподвижное основаніе съ горизонт. кругомъ и повѣрит. трубою	3	пуда	7	фунтовъ
Вращающаяся платформа съ микроскопами	2	»	22	»
Горизонтальная ось (ломанная труба)...........	1	»	$3\frac{1}{2}$	»
Уровень..	—	»	7	»
Лампа съ принадлежностями....................................	—	»	$6\frac{1}{2}$	»
Вѣсъ всего инструмента	7	пуд.	6	фунтовъ
Большой ящикъ для основанія	3	пуда	9	фунтовъ
Малый ящикъ для остальныхъ частей	2	»	24	»
Вѣсъ ящиковъ........	5	пуд.	33	фунта.

Такимъ образомъ ящики съ уложеннымъ инструментомъ имѣютъ вѣсъ: большой 8 пудовъ 33 фунта, малый 4 пуда 6 фунтовъ *). Полагая на укупорочный матерьялъ и веревки около 3 пудовъ, полный вѣсъ инструмента въ дорогѣ (безъ штатива) около 16 пудовъ.

12. По своей тяжести и точности наблюденій Пулковскій горизонтальный кругъ требуетъ прочной установки. На постоянныхъ каменныхъ столбахъ подъ его подъемные винты кладутся

*) Повѣрительная труба, вѣсящая 5 фунтовъ, при исчисленіи вѣса входила въ счетъ вѣса неподвижнаго основанія, при укладкѣ же она снимается и помѣщается въ маломъ ящикѣ.

массивныя чугунныя подставки (вѣсомъ по 5 фунтовъ), изъ которыхъ одна, на верхней своей поверхности имѣетъ коническое углубленіе, другая призматическій желобъ, а третья гладкую круглую поверхность. Такое устройство подставокъ общеупотребительно для большихъ переносныхъ инструментовъ, могущихъ обнаруживать извѣстное растяженіе при перемѣнѣ температуры или отъ другихъ причинъ. Но Пулковскій горизонтальный кругъ, будучи не только астрономическимъ, но и переноснымъ геодезическимъ инструментомъ, не всегда можетъ быть поставленъ на каменный столбъ. Въ виду этого сдѣланъ для него по проекту и чертежамъ г. Гербста въ механическомъ заведеніи Санъ-Галли походный, разборный, желѣзный штативъ.

Штативъ состоитъ изъ трехъ желѣзныхъ, внутри пустыхъ, стоекъ, соединяемыхъ между собою въ двухъ мѣстахъ чугунными связками; длина стоекъ $5^3/_4$ фута, діаметръ $3^1/_2$ дюйма. Въ собранномъ положеніи разстояніе между стойками соотвѣтствуетъ разстоянію и расположенію подъемныхъ винтовъ инструмента, такъ что при штативѣ не требуется уже особыхъ ножныхъ подставокъ.

При установкѣ штатива для полевыхъ работъ (чертежъ № 8), нижняя часть стоекъ, фута на 2 зарывается въ землю. Для предохраненія отъ произвольнаго углубленія и наклоненія ихъ въ стороны, стойки снабжены внизу шпорами, т. е. горизонтальными прямоугольными желѣзными досками (длина 10, ширина 8, толщина $^1/_2$ дюйма).

На верхнюю связку штатива наложена деревянная доска, представляющая какъ бы столъ при наблюденіяхъ; она же служитъ основаніемъ для колпака, которымъ накрывается инструментъ въ бездѣйствіи. Колпакъ этотъ есть большой кубическій коробъ изъ листоваго желѣза, прикрѣпляемый къ верхней доскѣ двумя стержнями съ цѣпочками, соединяемыми замкомъ.

Для устраненія вліянія на инструментъ передвиженія наблюдателя, зарытый въ землю штативъ окружается разборнымъ поломъ изъ дюймовыхъ досокъ. Этотъ полъ состоитъ изъ четырехъ частей, привинчиваемыхъ къ особымъ лежнямъ, положеннымъ прямо на землю. Ширина пола, $2^2/_3$ фута, вполнѣ достаточна для свободнаго и безопаснаго перемѣщенія на немъ наблюдателя.

Въ заключеніе слѣдуетъ упомянуть еще о носилкахъ, сдѣланныхъ спеціально для установки инструмента на столбъ или штативъ, но могущихъ служить и для переноски инструмента, безъ укладки его въ ящикъ, на небольшія разстоянія. Носилки эти представляютъ два параллельныхъ деревянныхъ бруска, скрѣпленныхъ двумя перекладинами. Пропустивъ бруски подъ основную платформу, два человѣка могутъ удобно поднять весь инструментъ. Поднимать же, или тѣмъ болѣе переносить его, схвативши основаніе непосредственно руками, представляетъ большое затрудненіе.

II.

Измѣреніе горизонтальныхъ угловъ и опредѣленіе азимута.

13. Пулковскій горизонтальный кругъ, совмѣщая качества теодолита и пассажнаго инструмента, даетъ полную возможность одновременно измѣрять горизонтальные углы и опредѣлять азимуты земныхъ предметовъ; но по частностямъ своего устройства, онъ представляетъ еще и преимущества передъ отдѣльнымъ употребленіемъ названныхъ инструментовъ.

Точное измѣреніе горизонтальныхъ угловъ инструментомъ, не стоящимъ на вполнѣ прочномъ основаніи, возможно лишь при употребленіи повѣрительной трубы. Въ большинствѣ существующихъ инструментовъ повѣрительная труба не имѣетъ микрометра, вслѣдствіи чего самое употребленіе ея сопряжено съ двумя важными неудобствами: во-первыхъ одновременное наведеніе главной и повѣрительной трубъ на извѣстные предметы при томъ условіи, что всякая поправка въ положеніи повѣрительной трубы измѣняетъ направленіе также и главной трубы, требуетъ весьма продолжительнаго навыка и снаровки; во-вторыхъ поправка въ положеніи повѣрительной трубы дѣлается движеніемъ всей верхней части инструмента, при чемъ, весьма вѣроятно, происходитъ гнутіе и напряженіе во взаимно соприкасающихся частяхъ; вообще, на практикѣ, дознано, что придавать точное микрометрическое движеніе большимъ массамъ невозможно. При употребленіи Пулковскаго горизонтальнаго круга, оба эти неудобства не существуютъ. Какъ главная, такъ и повѣрительная трубы имѣютъ микрометры, подвижныя нити которыхъ наводятся на предметы совершенно независимо; наблюдатель на повѣрительной трубѣ можетъ, по произволу, дѣлать свое наведеніе ранѣе или позднѣе наблюдателя на главной. Разъ поставленный въ извѣстное положеніе, инструментъ не измѣняетъ своего положенія при каждомъ наведеніи повѣрительной трубы. Наводятся лишь подвижныя нити и масса передвигаемыхъ при этомъ частей микрометровъ ничтожна сравнительно съ массою всего инструмента.

Опредѣленіе азимута требуетъ точнаго проектированія наблюденій небесныхъ свѣтилъ на горизонтальный кругъ инструмента. Неоспоримо, что наиболѣе точная проектировка достигается пассажнымъ инструментомъ. Употребляя для измѣренія горизонтальныхъ угловъ универсальный инструментъ или теодолитъ, для точнаго опредѣленія азимута часто прибѣгали къ пассажному инструменту. Для этого нарочно располагали одинъ изъ сигналовъ приблизительно въ меридіанѣ инструмента, чтобы имѣть возможность наблюдать Полярную, во время ея прохожденія черезъ вертикалъ этого сигнала. Пулковскій горизонтальный кругъ, легко и быстро устанавливаемый въ любомъ азимутѣ, даетъ одинаковую точность ничѣмъ не ограничивая расположеніе сигналовъ.

14. Зарывъ штативъ въ землю, устроивъ кругомъ его полъ и поставивъ инструментъ, можно приступить къ измѣренію горизонтальныхъ угловъ; но, имѣя въ виду одновременное

опредѣленіе азимута по Полярной, можно принять за нормальный такой порядокъ, когда Полярная составляетъ также одинъ изъ предметовъ наблюденій, такъ что въ каждомъ отдѣльномъ положеніи инструмента послѣдовательно наблюдаются сигналы и Полярная. Состояніе неба можетъ принудить отказаться отъ наблюденій Полярной и измѣрять углы только между земными предметами, но это будетъ лишь частный случай отступленія отъ нормальнаго порядка.

Говоря о наблюденіи Полярной днемъ, необходимо сказать, какимъ образомъ, вслѣдъ за установкою инструмента, не зная мѣста меридіана на его горизонтальномъ кругѣ, найдти эту звѣзду. Для общности вопроса необходимо положить, что и поправка хронометра неизвѣстна даже приблизительно. Весьма простое и остроумное рѣшеніе этого вопроса заключается въ наблюденіи Солнца въ двухъ послѣдовательныхъ положеніяхъ инструмента: кругъ R и кругъ L. Въ обоихъ положеніяхъ замѣчаются приближенные моменты прохожденія обоихъ краевъ Солнца черезъ среднюю нить и отсчитываются показанія индексовъ на горизонтальномъ и вертикальномъ кругахъ; затѣмъ берется среднее изъ отсчетовъ при кругѣ R и кругѣ L. Тогда, зная приближенную широту мѣста наблюденія и склоненіе Солнца (грубою интерполяціею изъ Nautical Almanac) получаемъ сферическій треугольникъ ZPS (чертежъ № 9) съ тремя извѣстными сторонами. Неизвѣстные углы вычисляются по формуламъ:

$$\mathrm{tg}^2 \frac{a}{2} = \frac{\sin(p-\phi)\sin(p-z)}{\sin p \sin(p-d)} \qquad \phi = 90^\circ - \varphi$$

$$\mathrm{tg}^2 \frac{t}{2} = \frac{\sin(p-\phi)\sin(p-d)}{\sin p \sin(p-z)} \qquad d = 90^\circ - \delta$$

$$\mathrm{tg}^2 \frac{q}{2} = \frac{\sin(p-z)\sin(p-d)}{\sin p \sin(p-\phi)} \qquad p = \frac{\phi + d + z}{2}$$

Называя

$$\frac{\sin(p-\phi)\sin(p-d)\sin(p-z)}{\sin p} = m^2$$

будетъ

$$\mathrm{tg}\frac{a}{2} = \frac{m}{\sin(p-d)}$$

$$\mathrm{tg}\frac{t}{2} = \frac{m}{\sin(p-z)}$$

$$\mathrm{tg}\frac{q}{2} = \frac{m}{\sin(p-\phi)}$$

такимъ образомъ образовавъ

$$2\,\lg m = \lg\left[\sin(p-\phi)\sin(p-d)\sin(p-z)\,\mathrm{cosec}\,p\right]$$

простымъ вычитаніемъ получаемъ lgtg половинъ искомыхъ угловъ a и t и контрольнаго q. Какъ видно на нижеслѣдующемъ примѣрѣ, вычисленіе ведется съ четырехъ-значными логариѳмами и каждый столбецъ имѣетъ легкій и надежный контроль, такъ что ошибки, почти неизбѣжныя при торопливой работѣ въ полѣ, тотчасъ открываются и исправляются. Этимъ короткимъ вычисленіемъ одновременно опредѣляются мѣсто меридіана на горизонтальномъ кругѣ и поправка хронометра съ точностью, болѣе чѣмъ достаточною для нахожденія Полярной. На подобное наблюденіе съ послѣдующимъ вычисленіемъ требуется всего четверть часа.

Примѣръ. ⊙ 19 Іюля 1884.

	Наблюдено Солнце		
$\varphi = 59°46'$	При кр. L время по хр. $18^h40^m35^s$	$z = 68°\ 7'$	$a = 86°37'$
$\delta = +20\ 35$	» » R » » » 18 43 47	67 25	267 19
	Среднее........ 18 42 11	67 46	86 58
		рефр. +2	

$p = 83°44'$		$\lg m = 9{,}3698$	
$d = 69\ 25$	$p-d = 14°19'$	$\lg \sin (p-d) = 9{,}3932$	$\lg \operatorname{tg} \frac{a}{2} = 9{,}9766$
$z = 67\ 48$	$p-z = 15\ 56$	$\lg \sin (p-z) = 9{,}4385$	$\lg \operatorname{tg} \frac{t}{2} = 9{,}9313$
$q = 30\ 14$	$p-q = 53\ 30$	$\lg \sin (p-q) = 9{,}9052$	$\lg \operatorname{tg} \frac{q}{2} = 9{,}4646$
$2p = 167\ 27$	$\Sigma = 83\ 45$	$\lg \operatorname{cosec} p = 0{,}0026$	$9{,}3672$
		$2 \lg m = 8{,}7395$	$8{,}7397$
$\frac{a}{2} = 43°\ 28'$	$a = 86°\ 56'$	$\frac{t}{2} = 40°\ 29'$	$t = 80°\ 58' = 5^h23^m52^s$

Мѣсто меридіана = $+3'$

Ист. время.........	18 36 8
Уравн. времени	+6 5
Среднее время	18 42 13
Поправка хронометра =	$+2^s$

Необходимая для нахожденія Полярной мѣстная эфемерида составляется, для среднихъ широтъ, весьма быстро по формуламъ

$$a' = y' . \sec (\varphi° + x°) \qquad \text{гдѣ} \quad x = \pi' . \cos t$$

$$y = \pi' . \sin t$$

$$z° = 90 - (\varphi° + x°) \qquad \pi = 90 - \delta$$

Когда широта мѣста наблюденія извѣстна нѣсколько точнѣе, то употребляя тѣже формулы нужно будетъ къ z прибавить членъ *)

$$\Delta z = \frac{y^2}{2} . \operatorname{tg} \varphi . \sin 1'.$$

15. Зная приблизительно мѣсто меридіана и поправку хронометра и составивъ мѣстную эфемериду, можно во всякое время дня наблюдать Полярную. Такъ какъ проекціи ея на горизонтальную плоскость, какъ предмета движущагося и стоящаго высоко надъ горизонтомъ, опредѣляются менѣе точно чѣмъ проекціи неподвижныхъ и мало возвышенныхъ сигналовъ, то полезно дѣлать на Полярную наведеній микрометромъ больше, чѣмъ на каждый изъ сигналовъ. Можно принять за правило, наблюденія всѣхъ земныхъ предметовъ обхватывать двумя наблю-

*) $\cos z = \cos y . \sin (\varphi + x) = \sin (\varphi + x) - 2 \sin^2 \frac{y}{2} \sin (\varphi + x)$. Означая $z - [90 - (\varphi + x)] = \Delta z$ будетъ

$\cos z = \cos (z - \Delta z) - 2 \sin^2 \frac{y}{2} \sin (\varphi + x)$

$\sin \frac{\Delta z}{2} . \cos \left(\varphi + x - \frac{\Delta z}{2}\right) = \sin^2 \frac{y}{2} \sin (\varphi + x)$. По малости Δz можно написать

$$\Delta z = \frac{y^2}{2} . \operatorname{tg} \varphi . \sin 1'.$$

деніями Полярной и, слѣдовательно, на Полярную производить наведеній вдвое больше, чѣмъ на каждый изъ земныхъ предметовъ. Каждое наблюденіе состоитъ изъ двухъ группъ по три наведенія; между группами производится отсчетъ микроскоповъ горизонтальнаго круга. Наведенія дѣлаются двумя наблюдателями: одинъ на главной, другой на повѣрительной трубахъ. Обѣ трубы слѣдуетъ устанавливать такъ, чтобы предметы были невдалекѣ отъ среднихъ зубцовъ въ окулярахъ, чѣмъ упрощается послѣдующее вычисленіе. При наведеніи на Полярную отсчитывается уровень.

Для наведенія повѣрительной трубы выбирается марка. Между окружающими предметами почти всегда найдется такой, на который можно отчетливо и удобно наводить подвижныя нити. Если же такого предмета не находится, то нарочно, саженяхъ въ 50—100 отъ инструмента, забивается прочный колъ, къ которому привинчивается марка (металлическая, выкрашенная бѣлою масляною краскою пластинка съ однимъ или нѣсколькими черными штрихами).

Въ теченіи наблюденій стараются уловить моментъ для болѣе точнаго опредѣленія поправки хронометра; для полученія азимута сигнала съ точностью до $0''.1$ достаточно знать поправку хронометра менѣе чѣмъ до $0^s.1$. Такъ какъ наблюденія сигналовъ производятся днемъ, то, желая опредѣлить поправку хронометра наблюденіемъ въ меридіанѣ или въ вертикалѣ Полярной, надо ждать момента, когда черезъ меридіанъ или вертикалъ Полярной проходитъ яркая звѣзда 1-ой или 2-ой величины; этимъ значительно стѣсненъ выборъ времени опредѣленія поправки хронометра. Изложенный ниже способъ опредѣленія поправки хронометра по азимутамъ яркихъ звѣздъ даетъ возможность получить поправку во всякое время дня.

Приведеніе наблюденій заключается въ исправленіи середины изъ отсчетовъ двухъ микроскоповъ за показанія микрометровъ главной и повѣрительной трубъ и въ вычисленіи наблюденныхъ азимутовъ Полярной. Означая черезъ M и m отсчеты микрометровъ при наведеніи главной трубы на сигналъ, а повѣрительной на марку, черезъ M_0 и m_0 отсчеты при наведеніи на среднюю нить въ окулярѣ главной и на зубецъ 10-ый въ повѣрительной трубахъ, черезъ K_0 среднее изъ непосредственныхъ отсчетовъ двухъ микроскоповъ и черезъ K отсчетъ на горизонтальномъ кругѣ, исправленный за показанія микрометровъ, получаемъ

$$\text{при кругѣ } L: \quad K = K_0 + (m - m_0) - (M - M_0)$$

$$\text{при кругѣ } R: \quad K = K_0 + (m - m_0) + (M - M_0)$$

Разности $m - m_0$ *) и $M - M_0$ должны быть выражены здѣсь въ секундахъ дуги; переводъ этихъ разностей, выраженныхъ въ частяхъ оборотовъ микрометрическихъ винтовъ, въ секунды дуги облегчается заранѣе вычисленною таблицею, дающею черезъ 0,01 значенія частей оборота винта въ секундахъ дуги.

---

*) $m - m_0$ представляетъ уголъ, составляемый лучами зрѣнія въ повѣрительной трубѣ отъ положенія середины подвижныхъ нитей микрометра до средняго зубца въ окулярѣ. Цѣна оборота микрометрическаго винта выводится непосредственно, наводя нити на разные штрихи марки и опредѣливъ предварительно линейное разстояніе этихъ штриховъ и разстояніе марки отъ объектива повѣрительной трубы.

Среднее изъ исправленныхъ отсчетовъ K при кругѣ L и кругѣ R даетъ отсчетъ, свободный отъ коллимаціонной ошибки. Опредѣливъ затѣмъ точное мѣсто меридіана по Полярной получимъ азимуты земныхъ сигналовъ простымъ вычитаніемъ.

16. Вычисленіе азимута инструмента по Полярной весьма удобно производится помощью таблицъ Е. Э. Блока. Основаніе составленія этихъ таблицъ заключается въ опредѣленіи координатъ Полярной, относительно полюса на небесной сферѣ и проектированіи этихъ координатъ на горизонтъ. Полярная, въ теченіи суточнаго своего движенія, описываетъ на небесной сферѣ малый кругъ, угловой радіусъ котораго есть $90° — \delta$. Для опредѣленія мѣста Полярной на этомъ кругѣ необходимо знать лишь ея часовой уголъ. По медленности движенія этой звѣзды достаточно знать поправку хронометра лишь до нѣсколькихъ секундъ, чтобы съ достаточною точностью ввести потомъ поправку за невѣрно принятые часовые углы помощью дифференціальныхъ формулъ.

Называя приближенную поправку хронометра черезъ u_0, прямое восхожденіе Полярной черезъ α и время наблюденія ея по хронометру черезъ T (среднее изъ цѣлой группы наведеній), часовой уголъ t получится вычитаніемъ изъ каждаго T постояннаго числа, времени кульминаціи по хронометру $\alpha - u_0$ т. е.

$$t = T - (\alpha - u_0)$$

Таблицы, дающія координаты Полярной, вычислены, конечно, для одного опредѣленнаго склоненія δ, именно, въ послѣднемъ изданіи этихъ таблицъ 1880 г. принято $90 - \delta_0 = \pi = 1°20'$. Для полученія точнаго мѣста Полярной при каждомъ δ, таблицы даютъ поправки координатъ за измѣненіе δ или собственно за величину $\Delta\pi = 88° 40' - \delta$.

Такимъ образомъ въ таблицахъ г. Блока, по аргументу t черезъ каждые 10^s отъ 0^h до 6^h, даются четыре величины: Y, $\lg\eta$, x и $\lg\xi$, изъ которыхъ Y и x суть координаты Полярной при $\delta = \delta_0$, а η и ξ — коэфиціенты, которые, будучи помножены на $\Delta\pi$, даютъ поправки Y и x. При этомъ Y получается въ секундахъ времени, а x въ дугѣ. Вычисленіе величинъ, входящихъ въ таблицы, заключается въ слѣдующемъ:

Разбивъ треугольникъ, составляемый зенитомъ, полюсомъ и Полярною, на два прямоугольныхъ треугольника перпендикуляромъ, опущеннымъ изъ Полярной на меридіанъ, имѣемъ (чертежъ № 10):

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} \pi \,.\, \cos t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (x)$$

$$\frac{\partial x}{\partial \pi} = \xi = \cos t \,.\, \sec^2\pi \,.\, \cos^2 x \quad \text{но} \quad \cos x \,.\, \sec \pi = \sec Y, \quad \text{поэтому}$$

$$\xi = \sec^2 Y \,.\, \cos t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (\xi)$$

$$\sin Y = \sin \pi \,.\, \sin t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (Y)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial \pi} = \sec Y \,.\, \cos \pi \,.\, \sin t = \cos x \,.\, \sin t$$

$$\eta = \frac{1}{15} \,.\, \cos x \,.\, \sin t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (\eta)$$

Пусть: a азимутъ инструмента, A и h азимутъ и высота Полярной, f — разстояніе Полярной отъ средней нити, b — наклонность, c — коллимаціонная ошибка, тогда вообще имѣемъ:

$$a = A + (f + c) \,.\, \sec h + b \,.\, \operatorname{tg} h$$

Для выраженія A, $\sec h$ и $\operatorname{tg} h$ въ табличныхъ величинахъ имѣемъ формулы:

$$\cos\psi = \operatorname{cotg} A \,.\, \operatorname{tg} Y \qquad \operatorname{tg} h = \operatorname{tg}\psi \,.\, \cos A$$

$$\sin A = \sec\psi \,.\, \cos A \,.\, \operatorname{tg} Y \qquad \sin h = \sin\psi \,.\, \cos Y$$

$$A\left(1 - \frac{A^3}{6}\right) = \sec\psi \,.\, \cos A \,.\, Y \qquad \sec h = \sec Y \,.\, \sec\psi \,.\, \cos A$$

$$A = Y \,.\, \sec\psi \,.\, \cos^{\frac{2}{3}} A$$

Подставивъ ихъ получаемъ:

$$a = [Y + (f + c) \,.\, \sec Y \,.\, \cos^{\frac{1}{3}} A + b \,.\, \sin\psi \,.\, \cos^{\frac{1}{3}} A] \,.\, \sec\psi \,.\, \cos^{\frac{2}{3}} A$$

Пренебрегая у члена съ $(f + c)$ всѣмъ его коэфиціентомъ *), а въ коэфиціентѣ у b множителемъ $\cos^{\frac{1}{3}} A$, получаемъ окончательную формулу весьма удобную для вычисленія азимута a:

$$(a) \ldots\ldots\ldots\ldots \lg a = \lg [Y + (f + c_0) + b \sin\psi] + \lg \sec\psi - \lambda$$

Въ этой формулѣ:

$$Y = Y_0 + \eta \,.\, \Delta\pi$$

$$\psi = \varphi + x + \xi \,.\, \Delta\pi$$

$$\lambda = \tfrac{2}{3} \lg \sec A$$

Поправочный членъ λ, который всегда вычитается изъ суммы остальныхъ, самъ по себѣ не великъ (не достигаетъ и половины 3-го знака послѣ запятой); въ таблицахъ г. Блока λ, выраженное въ единицахъ 6-го знака логариѳма, дано для всѣхъ t черезъ 20^m и для разныхъ широтъ черезъ 1° отъ $\varphi = 25^\circ$ до $\varphi = 65^\circ$. Вычисляя много наблюденій на одномъ или на мало отличающихся по широтѣ мѣстахъ, можно составить мѣстную табличку значеній λ для разныхъ t.

Объ единицахъ мѣры величинъ, входящихъ въ формулу (a), должно сказать слѣдующее:

1) f есть разность отсчетовъ микрометра при наведеніи на Полярную и на среднюю неподвижную нить. Это f изъ долей оборота винта превращается въ секунды времени или особымъ вычисленіемъ каждый разъ, или берется изъ составленной заранѣе таблицы, дающей переводъ f въ секунды времени для дробныхъ частей оборота микрометра. Такая таблица, составленная

---

*) Такъ какъ, вообще говоря, само $f + c$ можетъ быть довольно значительнымъ (если наблюдать Полярную вдали отъ средней нити), то въ таблицахъ г. Блока имѣется вспомогательная таблица для вычисленія коэфиціента $\nu = \sec Y \,.\, \cos^{\frac{1}{3}} A$. При опредѣленіи азимута легко нарочно ставить Полярную столь близко къ средней нити, что $f + c$ будетъ очень мало и коэфиціентомъ ν всегда можно пренебречь.

черезъ 0,001 оборота, даетъ возможность превращать f простымъ взглядомъ, безъ всякой интерполяціи и потраченное на составленіе этой таблицы время вознаграждается съ избыткомъ, когда имѣется въ виду вычислять много наблюденій тѣмъ же инструментомъ.

Здѣсь f опредѣляется уравненіями

$$f = M_0 - M \quad \text{при кругѣ } L \text{ или } W$$
$$f = M - M_0 \quad \text{при кругѣ } R \text{ или } O$$

Въ величину M_0 удобно включить предварительно принятую коллимаціонную ошибку c_0 и тогда въ формулу (a) вовсе не войдетъ членъ съ c_0.

2) b есть отсчитанная наклонность инструмента, выраженная по извѣстной цѣнѣ полудѣленія уровня въ секундахъ времени. Наклонность считается положительною, когда западный конецъ оси выше восточнаго.

Вычисленный $\lg a$ даетъ азимутъ инструмента въ секундахъ времени, что весьма удобно при вычисленіи азимута для опредѣленія времени въ вертикалѣ Полярной. Въ настоящемъ же случаѣ, для опредѣленія мѣста меридіана на горизонтальномъ кругѣ инструмента, нужно знать a въ секундахъ дуги, т. е. къ $\lg a^s$ прибавить $\lg 15 = 1{,}176091$.

Прибавивъ наконецъ вычисленное a къ среднему изъ непосредственно отсчитаннаго по микроскопамъ, при томъ же наблюденіи Полярной, получаемъ мѣсто меридіана на горизонтальномъ кругѣ.

Примѣръ. ♄ 8 Февраля 1884.

Polaris $\alpha = 1^h 16^m 16^s{,}1$ $\qquad \delta = 88°41'44''{,}7$

$u_0 = -\ 1\ 21{,}9$ $\qquad \Delta\pi = -104{,}7$ (и 2,0199)

Кульм. по хр. $\alpha - u_0 = 1\ 17\ 38$

Наблюденіе: $T = 17^h 35^m 15^s$ $\quad M = \overset{\text{об.}}{20{,}844}$ $\qquad M_0 = 20{,}006$ $\quad c_0 = +0^s{,}090 = \overset{\text{об.}}{+0{,}329}$

Набл. кр. O $\quad M_0 + c_0 = 20{,}335$; $\quad M - (M_0 + c_0) = \overset{\text{б.}}{+0{,}509} = 1^s{,}859$ $\quad$ Отсч. на кругѣ $342°\,20'\,31''{,}70$

$T - (\alpha - u_0) = -4^h 17^m 37^s$; въ таблицахъ г. Блока находимъ:

$Y_0 =$	$-288^s{,}634$	$x =$	$-0°34'34''{,}0$
$\eta\Delta\pi =$	$+\ 6{,}297$	$\xi\Delta\pi =$	$+45{,}3$
$f =$	$+\ 1{,}859$	$\varphi =$	$59\ 46\ 20$
$y = Y + f =$	$-280{,}478$	$\psi =$	$59\ 12\ 31{,}3$
$\lg y =$	$n\ 2{,}447\ 899$	Отсчетъ на кругѣ $=$	$342°20'31''{,}70$
$\lg \cos\psi =$	$9{,}709\ 195$	Вычисленный азим. $=$	$-2\ 16\ 53{,}95$
$\lg y - \lg\cos\psi =$	$n\ 2{,}738\ 704$		
λ	-243		
$\lg a^s =$	$n\ 2{,}738\ 461$		
$\lg a'' =$	$n\ 3{,}914\ 552$	Мѣсто меридіана $=$	$340\ \ 3\ 37{,}75$

17. Опредѣленіе азимута инструмента помощью таблицъ г. Блока не всегда возможно. Во-первыхъ вычислитель можетъ вовсе не имѣть подъ рукою этихъ таблицъ; во-вторыхъ, со-

ставленныя для одного опредѣленнаго склоненія Полярной, эти таблицы пригодны лишь на ограниченное число лѣтъ. По мѣрѣ измѣненія склоненія Полярной поправочные члены за перемѣну склоненія, представляющія лишь первые члены разложеній этихъ величинъ въ ряды, дѣлаются все болѣе или болѣе ошибочными, такъ что, примѣрно, каждые 15 лѣтъ *) необходимо вновь перевычислять таблицы.

Поэтому не лишнее имѣть средство вычислять азимутъ инструмента безъ обширныхъ вспомогательныхъ таблицъ. Общія тригонометрическія формулы, въ прямомъ своемъ приложеніи, неудобны, вслѣдствіи необходимости прибѣгать къ семизначнымъ логариѳмамъ. Но способъ, основанный на упрощеніи формулъ и замѣнѣ тригонометрическихъ величинъ ихъ дугами, уменьшая число десятичныхъ знаковъ, можетъ быть весьма пригоденъ. Такой способъ обязательно сообщенъ мнѣ Ф. Ф. Витрамомъ. Выводъ формулъ для вычисленія азимута чрезвычайно простъ; принимая прежнія означенія и называя черезъ $\sigma(x)$ разность между $\lg(x \,.\, \sin 1'')$ и $\lg \sin x$ *) имѣемъ:

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} \pi \,.\, \cos t$$

$$(x) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \lg x = (\lg \pi + 2\sigma(\pi)) - 2\sigma(x) + \lg \cos t$$

$$\cos(\varphi + x) = \operatorname{cotg} A \,.\, \operatorname{tg} Y = \operatorname{cotg} A \,.\, \operatorname{tg} \pi \,.\, \cos x \,.\, \sin t$$

$$\operatorname{tg} A = \operatorname{tg} \pi \,.\, \cos x \,.\, \sec(\varphi + x) \,.\, \sin t$$

$$(A) \ldots\ldots \lg A = (\lg \pi + 2\sigma(\pi)) - 2\sigma(A) - 3\sigma(x) + \lg \sec(\varphi + x) + \lg \sin t$$

Удобство примѣненія этихъ формулъ зависитъ исключительно отъ числа десятичныхъ знаковъ, т. е. отъ точности, съ которою требуется получить главную искомую A. Употребляя шестизначные логариѳмы, получимъ A до $0''\!,01$; ограничиваясь пятизначными, получимъ ее лишь до $0''\!,1$. Указанная ниже точность опредѣленія мѣста меридіана Пулковскимъ горизонтальнымъ кругомъ (вѣроятная ошибка одного опредѣленія $= \pm 1''\!,20$) почти исключаетъ необходимость вычисленія сотыхъ долей секунды. Къ тому же, опредѣляя въ теченіи каждаго ряда наблюденій мѣсто меридіана нѣсколько разъ (8—10 разъ) и вычисливъ ихъ, каждое порознь, до $0''\!,1$ — можно, въ среднемъ, написать и сотую долю секунды. Ограничивая опредѣленіе каждаго отдѣльнаго азимута инструмента десятою долею секунды дуги и вычисляя его, слѣдовательно, съ пятью знаками, изложенный способъ удобенъ не только по своей общепримѣнимости, но и по скорости вычисленія, такъ что необходимое на вычисленіе время будетъ не больше, чѣмъ при употребленіи вспомогательныхъ таблицъ г. Блока. Единственно-утомительное подъискиваніе $\lg \sin t$ и

---

*) Склоненіе Полярной въ $7^1/_2$ лѣтъ измѣняется приблизительно на $142''$; η достигаетъ до 0,067 (при элонгаціи Полярной); слѣдовательно черезъ $7^1/_2$ лѣтъ $\eta . \Delta\pi$ можетъ дастигнуть 10^s и потому четырезначный $\lg \eta$ не дастъ въ $\eta\Delta\pi$ тысячныхъ долей секунды времени, которыя даны для Y. Слѣдовательно наибольшій срокъ удовлетворительной службы таблицъ есть $7^1/_2$ лѣтъ до и $7^1/_2$ лѣтъ послѣ эпохи, для которой они вычислены.

**) Такъ какъ $\sin x = x\left(1 - \frac{x^2}{6}\right)$; $\operatorname{tg} x = x\left(1 + \frac{x^2}{3}\right)$; $\cos x = 1 - \frac{x^2}{2}$, то означая $\lg\left(1 + \frac{x^2}{6}\right)$ черезъ $\sigma(x)$ имѣемъ съ достаточною точностью: $\lg \sin x = \lg x - \sigma(x)$; $\lg \operatorname{tg} x = \lg x + 2\sigma(x)$ и $\lg \cos x = -3\sigma(x)$.

$\lg \cos t$ значительно упрощается тѣмъ, что часовые углы Полярной берутся обыкновенно только въ цѣлыхъ секундахъ времени, что въ дугѣ составитъ всегда полныя четверти минуты и сказанные логариѳмы интерполируются, въ пятизначныхъ таблицахъ черезъ $1'$, прямо на глазъ.

Входящія въ формулы величины $\sigma(x)$, при употребленіи пятизначныхъ логариѳмовъ, весьма малы и легко составить себѣ табличку этихъ $\sigma(x)$ по аргументу $\lg x''$. Практика указываетъ однако, что удобнѣе принять за аргументъ не $\lg x''$, а, наоборотъ, самое $\sigma(x)$. При употребленіи формулъ съ $\sigma(x)$ приходится составлять $2\sigma(x)$ и $3\sigma(x)$, поэтому для вѣрности послѣдней цифры необходимо имѣть значенія $\lg x$ для $\sigma(x) = 0{,}5\ 1{,}0\ 1{,}5 \ldots$. Но и тогда, имѣя въ виду, что въ среднихъ широтахъ азимуты Полярной не могутъ быть больше $3°$, объемъ всей таблички весьма невеликъ.

Таблица $\sigma(x)$

$\sigma(x)$	$\lg x''$	$\sigma(x)$	$\lg x''$	$\sigma(x)$	$\lg x''$	$\sigma(x)$	$\lg x''$
0,0	—	5,0	3,7341	10,0	3,8846	15,0	3,9726
0,5	3,234	5,5	3,7548	10,5	3,8952	15,5	3,9798
1,0	3,385	6,0	3,7737	11,0	3,9053	16,0	3,9867
1,5	3,473	6,5	3,7911	11,5	3,9150	16,5	3,9933
2,0	3,535	7,0	3,8072	12,0	3,9242	17,0	3,9998
2,5	3,583	7,5	3,8221	12,5	3,9331	17,5	4,0061
3,0	3,623	8,0	3,8362	13,0	3,9416	18,0	4,0122
3,5	3,657	8,5	3,8492	13,5	3,9498	18,5	4,0182
4,0	3,686	9,0	3,8617	14,0	3,9577	19,0	4,0240
4,5	3,711	9,5	3,8735	14,5	3,9653	19,5	4,0296

Примѣръ. ♄ 8 Февраля 1884.

Polaris $\alpha = 1^h 16^m 16{,}^s1$ $\quad \delta = 88°41'44{,}''7$ $\quad \lg \pi = 3{,}67167$

$u_0 = -1\ 21{,}9$ $\quad \pi = 1\ 18\ 15{,}3$ $\quad 2\sigma = +7$

$\alpha - u_0 = 1\ 17\ 38$

Наблюденіе: $T = 17^h 35^m 15^s$ $\quad M = \overset{\text{об.}}{20{,}844}$ $\quad M_0 = 20{,}006$ $\quad c_0 = +0{,}^s090 = \overset{\text{об.}}{+0{,}329}$

Кр. O: $M_0 + c_0 = \overset{\text{об.}}{20{,}335}$ $\quad f = M - (M_0 + c_0) = \overset{\text{об.}}{+0{,}509} = +27{,}''88$ $\quad$ Кругъ: $342°\ 20'\ 31{,}''70$

$f . \sec(\varphi + x) \quad +54{,}46$

$t = -4^h\ 17^m\ 37^s = -64°\ 24'\ 15''$

$\lg \sin t = n\ 9{,}95514$ $\quad \lg x = 3{,}30724$ $\quad x = -\ 0°33'48{,}''7$ $\quad \lg \sin t + \lg \pi + 2\sigma(\pi) = n\ 3{,}62688$

$\lg \pi + 2\sigma(\pi) = 3{,}67174$ $\quad 2\sigma(x) \quad -1$ $\quad \varphi = 59\ 46\ 20$ $\quad 3\sigma(x) \quad -2$

$\lg \cos t = 9{,}63550$ $\quad \varphi + x = 59\ 12\ 31{,}3$ $\quad \lg \sec(\varphi + x) = 0{,}29080$

$\lg A = n\ 3{,}91766$

$2\sigma(A) \quad -23$

$A = -2°17'48{,}''5$

Кругъ $342\ 21\ 26{,}2$

Мѣсто меридіана $= 340\ \ 3\ 37{,}7$

18. Полученное изъ наблюденій Полярной мѣсто меридіана на горизонтальномъ кругѣ инструмента необходимо еще исправить за невѣрно принятую первоначально поправку хронометра и за дѣйствіе суточной аберраціи.

Было упомянуто выше, что въ теченіи наблюденій сигналовъ и Полярной всегда можно удѣлить нѣсколько минутъ для наблюденія какой-нибудь южной звѣзды въ вертикалѣ Полярной или гдѣ нибудь въ произвольномъ азимутѣ и получить поправку хронометра до 0ˢ,1; тогда, называя первоначально принятую поправку черезъ u_0, а вычисленную потомъ черезъ u, поправка мѣста меридіана опредѣлится по формуламъ:

При употребленіи таблицъ г. Блока $\Delta M = 15 \, . \, \Delta Y \, . \, \sec \psi \, . \, (u - u_0)$

Не имѣя вспомогательныхъ таблицъ $\Delta M = [9{,}5320] . \cos t . \sec \psi \, (u - u_0)$

гдѣ ΔY есть перемѣна Y при измѣненіи часоваго угла на 1^s а постоянный коэфиціентъ [9,5320] есть ничто иное какъ $\lg(15 \, . \operatorname{tg} \pi)$. Коэфиціентъ 15 входитъ потому, что разность $u - u_0$ выражена всегда въ секундахъ времени, а поправка ΔM ищется въ секундахъ дуги. Поправка ΔM будетъ наибольшая при наблюденіи Полярной въ меридіанѣ, именно, тогда 1^s въ $(u - u_0)$ даетъ перемѣну въ мѣстѣ меридіана (при широтѣ 60°) около 0″,7.

Вліяніе суточной аберраціи на азимутъ, или что тоже на мѣсто меридіана, есть величина почти постоянная, независящая притомъ и отъ широты. Это вліяніе есть

$$-0'',324 \, . \, \frac{\cos \varphi' . \cos a}{\cos h}$$

По малости самой поправки можно считать $\cos \varphi' = \cos h$ и $\cos a = 1$, и къ каждому, полученному по Полярной мѣсту меридіана постоянно придавать

$$-\,0'',32$$

О точности измѣренія горизонтальныхъ угловъ и опредѣленія азимута Пулковскимъ горизонтальнымъ кругомъ можно судить изъ нижеслѣдующихъ чиселъ, представляющихъ средніе выводы изъ результатовъ наблюденій 1884 года.

Вѣроятная ошибка одного наведенія на Полярную	± 0″,45
» » азимута инструмента по Полярной изъ группы въ 3—4 наведенія	± 0,52
» » мѣста меридіана по одной группѣ наведенія на Полярную	± 1,20
» » измѣренія угла между сигналами по 1 пріему (2 группы наведенія)	± 1,05
» » измѣренія угла между сигналами изъ 6-ти пріемовъ . . .	± 0,43
» » опредѣленія азимута сигнала по 1 пріему	± 1,47
» » » » » изъ 6-ти пріемовъ	± 0,60

III.

Определеніе времени по азимутамъ звѣздъ.

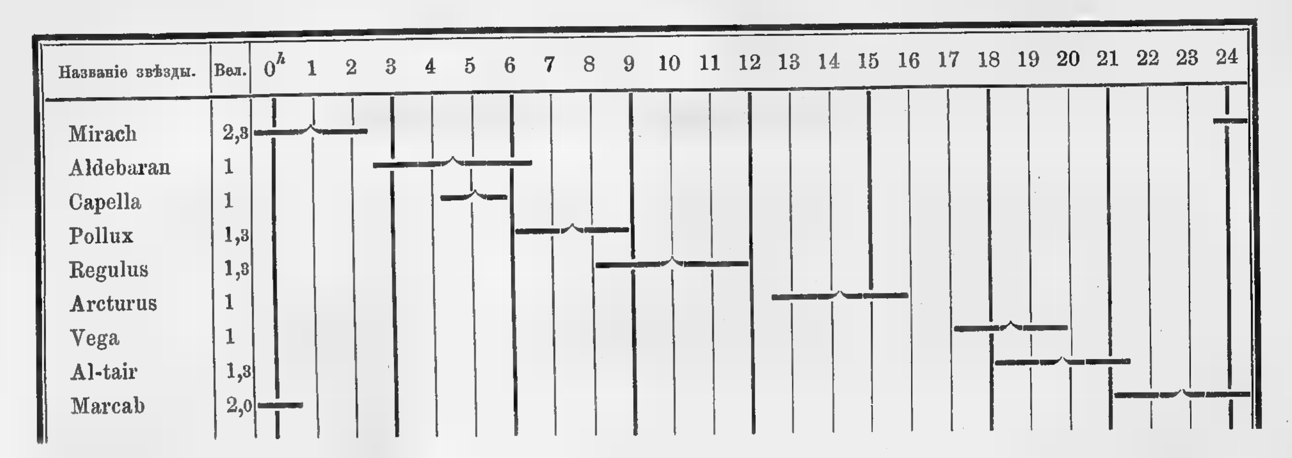
19. Если, до сихъ поръ, способъ опредѣленія времени по азимутамъ употребляется сравнительно рѣдко, то только вслѣдствіе неимѣнія инструмента, соединяющаго въ себѣ точно дѣленный горизонтальный кругъ съ возможностью точнаго проектированія на немъ небесныхъ наблюденій, т. е. вслѣдствіе неимѣнія на употребляющихся для того астрономическихъ теодолитахъ того критерія въ постоянствѣ мѣста меридіана на горизонтальномъ кругѣ, какой дается уровнемъ для мѣста зенита въ кругѣ вертикальномъ. Соединеніе пассажнаго инструмента съ точно дѣленнымъ горизонтальнымъ кругомъ и повѣрительною трубою устраняетъ указанный недостатокъ; Пулковскій горизонтальный кругъ вполнѣ пригоденъ для точнаго опредѣленія времени по азимутамъ звѣздъ.

Повидимому, имѣя уже пассажный инструментъ, не зачѣмъ употреблять его въ разныхъ азимутахъ (что̀ требуетъ предварительнаго составленія эфемеридъ) и всего проще пользоваться имъ для опредѣленія времени въ меридіанѣ или въ вертикалѣ Полярной. Такія наблюденія проще, точнѣе и вычисляются легче. Но, принявъ во вниманіе краткость лѣтнихъ сѣверныхъ ночей, нельзя не согласиться, что, работая съ Пулковскимъ горизонтальнымъ кругомъ для геодезическихъ цѣлей преимущественно днемъ, пришлось бы, для опредѣленія времени, нарочно приступать къ наблюденіямъ ночью; помимо излишняго утомленія, эти наблюденія были бы, въ извѣстныхъ случаяхъ и не достаточно точны въ томъ отношеніи, что на сигналахъ, на временныхъ подставкахъ, большой переносный пассажный инструментъ даетъ всю присущую ему точность только при употребленіи повѣрительной трубы, между тѣмъ ночью имѣть для повѣрительной трубы постоянную марку весьма затруднительно. Опредѣленіе времени днемъ, когда маркою можетъ служить всякій хорошо видимый отдаленный предметъ, пріобрѣтаетъ тутъ особенную важность. Притомъ же, вообще, можетъ зачастую встрѣтиться надобность получить точное опредѣленіе времени именно днемъ.

Производя наблюденія днемъ, кульминаціи видимыхъ въ трубу переноснаго пассажнаго инструмента звѣздъ 1-ой и немногихъ 2-ой величины случаются столь рѣдко, что опредѣленіе времени въ меридіанѣ или въ вертикалѣ Полярной неисполнимо; между тѣмъ, пользуясь возможностью наблюдать такія звѣзды въ разныхъ азимутахъ, можно опредѣлить время когда угодно. Конечно послѣдующія вычисленія для произвольныхъ азимутовъ сложны, но предварительно особо составленныя эфемериды для главныхъ звѣздъ дѣлаютъ вычисленіе часоваго угла по азимутамъ чрезвычайно простымъ и удобнымъ. Такія эфемериды составлены мною для широты Пулковской обсерваторіи для всѣхъ 24 часовъ; при этомъ выбраны только самыя яркія звѣзды,

изъ которыхъ наименѣе яркая есть Mirach (β Andromedae), достаточно хорошо наблюдаемая днемъ, вдали отъ Солнца.

Ограничиваясь азимутами въ 36° по обѣ стороны отъ меридіана, вотъ графическая таблица временъ наблюденій звѣздъ, удобныхъ для опредѣленія времени по ихъ азимутамъ:



Въ этой таблицѣ бросается въ глаза лишь одинъ крупный пробѣлъ, это отъ $16^h\ 0^m$ до $17^h\ 20^m$ звѣзднаго времени. Наблюдателямъ извѣстно, что соотвѣтствующія этимъ часамъ области неба суть вообще наиболѣе бѣдныя яркими звѣздами, и единственный возможный тутъ выходъ — расширить предѣлы азимутовъ наблюденія для сосѣднихъ звѣздъ Arcturus и Vega.

Имѣя составленныя впередъ эфемериды и принимая въ разсчетъ, что при измѣреніи горизонтальныхъ угловъ Пулковскимъ горизонтальнымъ кругомъ Полярная наблюдается каждый разъ до и послѣ измѣренія угловъ для полученія азимута, и слѣдовательно мѣсто меридіана на кругѣ и безъ того будетъ опредѣлено, станетъ понятнымъ, что, въ этомъ случаѣ, опредѣленіе времени по азимутамъ получается безъ всякаго затрудненія и при ничтожной тратѣ времени.

20. Прежде изложенія самаго способа опредѣленія времени по азимутамъ, необходимо объяснить составленіе эфемериды для наблюденій; весьма простой способъ составленія такой эфемериды выработанъ В. К. Делленомъ. Способъ этотъ заключается въ вычисленіи постоянныхъ величинъ для данной широты, годныхъ для всѣхъ звѣздъ и вычисленіи собственно эфемериды для каждой звѣзды отдѣльно. Въ этомъ способѣ удобство вычисленія, частый, надежный и остроумный контроль доведены до замѣчательнаго совершенства.

Составивъ сферическій треугольникъ между зенитомъ, полюсомъ и звѣздою (см. чертежъ № 11), продолживъ сторону ZS до пересѣченія съ экваторомъ въ точкѣ K и соединивъ точку K съ полюсомъ P, получимъ прямосторонній сферическій треугольникъ ZPK, въ которомъ:

$$\sin n = \cos \varphi \,.\, \sin a$$

$$\operatorname{tg} Z = \operatorname{tg} \varphi \,.\, \sec a$$

$$\operatorname{tg} T = \sin \varphi \,.\, \operatorname{tg} a$$

$$\operatorname{tg} T = \sin n \,.\, \operatorname{tg} Z \text{ (контроль).}$$

По этимъ формуламъ вычисляются n, Z и T семизначными логариѳмами *) для азимутовъ $a = 4°, 8° \ldots 40°$. Такъ какъ углы a суть круглые градусы, то имѣя заранѣе готовыя $\lg \cos \varphi$, $\lg \operatorname{tg} \varphi$ и $\lg \sin \varphi$ искомыя величины $\sin n$, $\operatorname{tg} Z$ и $\operatorname{tg} T$ получаются простымъ выписываніемъ непосредственно изъ таблицъ и семь знаковъ здѣсь не обременительны. Въ послѣдующемъ пріискиваніи самыхъ угловъ только нахожденіе T и отчасти n составляетъ нѣкоторую работу, такъ какъ они требуются до $0''\!,01$. Углы же Z нужны только до десятыхъ долей минуты и если его логариѳмъ пишется съ семью знаками, то лишь для контроля $\operatorname{tg} T$.

Величины $\lg \sec n$, $\lg \operatorname{tg} n$, Z и T составляютъ, такъ сказать, мѣстныя постоянныя и служатъ для послѣдующаго вычисленія эфемериды любой звѣзды. Изъ сф. тр. PSK имѣемъ

$$\sin q = \sec \delta \,.\, \sin n$$
$$\sin \zeta = \sin \delta \,.\, \sec n$$
$$\sin \theta = \operatorname{tg} \delta \,.\, \operatorname{tg} n$$
$$\sin \theta = \sin q \,.\, \sin \zeta \text{ (контроль)}$$

Здѣсь самый уголъ q опредѣлять не нужно; достаточно найдти его $\lg \sec$, что̀ по малости угла q дѣлается простымъ взглядомъ въ таблицы ($\lg \sec q$ требуется имѣть лишь съ 5-ю знаками).

Опредѣливъ ζ и θ — имѣемъ все необходимое для наблюденій, ибо зенитное разстояніе и часовой уголъ опредѣляются изъ формулъ:

$$z = Z - \zeta$$
$$t = T - \theta$$

21. Опредѣленіе времени по азимутамъ звѣздъ заключается въ наблюденіи Полярной и произвольной звѣзды въ южной части неба, съ отсчетами на горизонтальномъ кругѣ. Имѣя эфемериды южныхъ звѣздъ и Полярной, самыя наблюденія удобнѣе всего производить въ слѣдующемъ порядкѣ:

Кругъ W: Полярная, Южная, Южная, Полярная.
Кругъ O: Полярная, Южная, Южная, Полярная.

На Полярную наводятся подвижныя нити микрометра окуляра 6 или 8 разъ **), а южная звѣзда пропускается черезъ всѣ постоянныя нити въ окулярѣ. Наблюденія сопровождаются отсчетами уровня и микроскоповъ горизонтальнаго круга; при этомъ, для избѣжанія недоразумѣній лучше всего, разъ на всегда, принять за правило отсчитывать уровень стоя южнѣе инструмента (смотря на Сѣверъ), а записывать въ журналъ сперва показанія лѣваго конца пузырька (на Западѣ), а затѣмъ праваго (на Востокѣ). Тогда, принимая наклонность положитель-

---

*) Собственно для составленія эфемериды для наблюденій достаточно было бы употребить пятизначные логариѳмы, но здѣсь имѣется въ виду примѣненіе той же эфемериды къ дальнѣйшему вычисленію поправки хронометра.

**) Двумя группами, одна до, другая послѣ отсчета горизонтальнаго круга.

5

ною когда западный конецъ оси выше восточнаго, поправка отсчета горизонтальнаго круга за наклонность будетъ

для Полярной . . . . $+ i \operatorname{tg} h$
для южной . . . . $- i \operatorname{tg} h$

Поправка за коллимаціонную ошибку, если по ея значительной величинѣ стоитъ принять ее въ первоначальное вычисленіе, будетъ

для Полярной . . . . . . при кругѣ W $+ c_0 \sec h$ при кругѣ O $- c_0 \sec h$
для южной . . . . » » W $- c_0 \sec h$ » » O $+ c_0 \sec h$

Само собою разумѣется, что при наблюденіи на сигналѣ, на которомъ для опредѣленія азимута много разъ наблюдалась уже Полярная и слѣдовательно мѣсто меридіана хорошо опредѣлено, въ указанной схемѣ наблюденій, Полярную можно вовсе исключить и останутся только наблюденія южной звѣзды въ порядкѣ *WWOO* или еще раціональнѣе въ порядкѣ *WOOW*.

22. Способы вычисленія мѣста меридіана на горизонтальномъ кругѣ были изложены въ отдѣлѣ объ опредѣленіи азимута земнаго предмета и потому здѣсь слѣдуетъ лишь показать, какъ изъ отсчета на горизонтальномъ кругѣ, исправленнаго за наклонность и коллимаціонную ошибку, зная уже мѣсто меридіана на кругѣ, получить поправку хронометра или собственно говоря какъ по данному азимуту звѣзды получить ея часовой уголъ.

Общеизвѣстный тригонометрическій путь заключается въ слѣдующемъ: называя черезъ φ широту мѣста наблюденія, черезъ α и δ видимыя прямое восхожденіе и склоненіе наблюденной южной звѣзды и черезъ a ея азимутъ, который есть разность исправленнаго отсчета на кругѣ и мѣста меридіана, черезъ t искомый часовой уголъ и черезъ q параллактическій уголъ получаемъ

$$\sin q = \sin a \,.\, \cos \varphi \,.\, \sec \delta$$

$$\operatorname{tg} \frac{t}{2} = \operatorname{tg} \frac{a - q}{2} \cdot \frac{\cos \frac{\varphi - \delta}{2}}{\sin \frac{\varphi + \delta}{2}} = \operatorname{tg} \frac{a + q}{2} \cdot \frac{\sin \frac{\varphi - \delta}{2}}{\cos \frac{\varphi + \delta}{2}}$$

$$S_0 = \alpha + t$$

Здѣсь S_0 есть звѣздное время прохожденія звѣзды черезъ вертикалъ наблюденія; сравнивая это S_0 съ временемъ прохожденія звѣзды по хронометру S, получимъ поправку хронометра u, именно

$$u = S_0 - S$$

Какъ ни просто само по себѣ это вычисленіе, но имѣя въ виду составленіе вспомогательныхъ угловъ, употребленіе шестизначныхъ логариѳмовъ, а главное имѣя для вычисленія ряды наблюденій одной и той же звѣзды въ разныхъ азимутахъ, многократное употребленіе этихъ формулъ утомительно.

Примѣръ. ♄ 8 Февраля 1884.

Наблюдалась Vega: $a = 25^\circ\ 10'\ 32''\!,5$ $\qquad \varphi = 59^\circ 46'\ 20''$

$\delta = 38\ 40\ 31$

$$\frac{a+q}{2} = 20^\circ 32'\ 54''\!,8 \qquad \frac{\varphi+\delta}{2} = 49^\circ 13'\ 25''\!,5$$

$$\frac{a-q}{2} = 4\ 37\ 37,6 \qquad \frac{\varphi-\delta}{2} = 10\ 32\ 54,5$$

$$\begin{aligned} \sin \blacksquare &= 9,628\ 793 \\ \cos\varphi &= 9,701\ 947 \\ \sec\delta &= 0,107\ 516 \\ \hline \sin q &= 9,438\ 256 \\ q &= 15^\circ 55'\ 17''\!,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lg \operatorname{tg}\frac{a-q}{2} &= 8,908\ 133 \\ \lg\cos\frac{\varphi-\delta}{2} &= 9,992\ 598 \\ \partial \lg\sin\frac{\varphi+\delta}{2} &= 0,120\ 752 \\ \hline \lg\operatorname{tg}\frac{t}{2} &= 9,021\ 483 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \lg \operatorname{tg}\frac{a+q}{2} &= 9,573\ 859 \\ \lg\sin\frac{\varphi-\delta}{2} &= 9,262\ 611 \\ \partial \lg\cos\frac{\varphi+\delta}{2} &= 0,185\ 016 \\ \hline \lg\operatorname{tg}\frac{t}{2} &= 9,021\ 486 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \frac{t}{2} &= 5^\circ 59'\ 53''\!,3 \\ t &= 11\ 59\ 46,6 \end{aligned}$$

Часовой уголъ $t = 0^h 47^m 59^s\!,11$

Вычисленіе дѣлается значительно проще если составить впередъ интерполяціонныя формулы, по которымъ, подставивъ данный азимутъ a, получается непосредственно часовой уголъ t. Такія формулы вида

$$t^s = Aa + Ba^3 + Ca^5 + \dots.$$

$$\lg t^s = \lg a + K + La^2 + Ma^4 + \dots.$$

составляются весьма просто имѣя часовые углы t для нѣсколькихъ круглыхъ a, слѣдующихъ черезъ равные промежутки, напримѣръ черезъ 4°. Весь ходъ вычисленія ясно виденъ на нижеслѣдующемъ примѣрѣ, въ которомъ для звѣзды Vega вычислены оба вида интерполяціонныхъ формулъ:

Азимуты a	Часовые углы t	$\varphi = 59^\circ\ 46'\ 20''$ $\quad \delta = +38^\circ\ 40'\ 20''$
8°	$0^h 14^h 48^s\!,247$	$A + B + C + D = 14^m 48^s\!,247$
16	0 29 54,261	$2A + 8B + 32C + 128D = 29\ 54,261$
24	0 45 36,629	$3A + 27B + 243C + 2187D = 45\ 36,629$
32	1 2 15,551	$4A + 64B + 1024C + 16384D = 62\ 15,551$

Составляя послѣдовательныя разности получаемъ

$$\begin{aligned} B + 5C + 21D &= 2^s\!,961\ 167 \\ B + 13C + 133D &= 3,015\ 834 \\ B + 25C + 481D &= 3,096\ 869 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} C + 14D &= 0^s\!,006\ 833 \\ C + 29D &= 0,006\ 753 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} D &= -0^s\!,000\ 005\ 33 \\ C &= +0,006\ 908 \\ B &= +2,926\ 739 \\ A &= +14^m 45^s\!,313\ 358 \end{aligned}$$

Выражая a въ секундахъ дуги прійдется A раздѣлить на $8\cdot 3600 = 28800$, B на 28800^3, C на 28800^5 и D на 28800^7; тогда означая скобками [ ] не самые коэфиціенты, а ихъ логариѳмы, получаемъ для Vega формулу

$$t = [8,487\ 7045]_{-10}\, a + [7,088\ 2065]_{-20}\, a^3 + [5,542\ 3898]_{-30}\, a^5 + [n3,511\ 7938]_{-40}\, a^7$$

Продолженіе къ предъидущему примѣру.

$a = 25°\,10'\,32'',5 = 90\,632'',5$

$\lg a =$ 4,957 2840	....	$+46^m 26^s,047$
$\lg a^3 =$ 14,871 8520	....	$+\ 1\ 31,213$
$\lg a^5 =$ 24,786 4200	....	$+\ 2,132$
$\lg a^7 =$ 34,700 9880	....	$-\ 0,016$

$t = 47^m 59^s,376$

$\frac{\Delta t}{\Delta \delta} = -0,268$ (см. § 23)

$t = 47^m 59^s,11$

Для составленія логариѳмической интерполяціонной формулы принимаемъ за единицу азимута 8°, тогда составляются:

$K + L + M + N = 2,948\,5337$
$K + 4L + 16M + 64N = 2,952\,8557$
$K + 9L + 81M + 729N = 2,960\,0946$
$K + 16L + 256M + 4096N = 2,970\,2947$

$L + 5M + 21N = 0,001\,440\,67$
$L + 13M + 133N = 0,001\,447\,78$
$L + 25M + 481N = 0,001\,457\,16$

$M + 14N = 0,000\,000\,89$
$M + 29N = 0,000\,000\,78$

$N = -0,000\,000\,007$
$M = +0,000\,000\,99$
$L = +0,001\,435\,87$
$K = +2,947\,096\,8$

Означая опять скобками [ ] логариѳмы соотвѣтствующихъ коэфиціентовъ получаемъ формулу:

$$\lg t = \lg a + 2,947\,0968 + [4,157\,1151]_7 a^2 + [0,995\,6352]_7 a^4 + [n8,8451]_7 a^6$$

Продолженіе къ предъидущему примѣру.

$a = 25°\,10'\,32'',5 = 25°,175\,695 = 3,146\,962$ (единица = 8°)

$\lg a =$ 0,497 8914 6	....	3,444 9882 6
$\lg a^2 =$ 0,995 7829	....	14 2199 5
$\lg a^4 =$ 1,991 5658	....	970 9
$\lg a^6 =$ 2,987 3487	....	−68 0

$\lg t = 3,459\,2985$

$t = 0^h 47^m 59^s,377$

$\frac{\Delta t}{\Delta \delta} = -0,268$

$t = 47^m 59^s,11$

Всѣми подобными формулами, вообще говоря, можно представить значенія функціи по данному аргументу тѣмъ точнѣе, чѣмъ большее число взять членовъ, но для практики приведенныхъ четырехъ членовъ вполнѣ достаточно. Наибольшая погрѣшность при вычисленіи функціи будетъ соотвѣтствовать аргументамъ, представляющимъ ариѳметическія средины аргументовъ, принятыхъ для самого составленія формулы. Легко убѣдиться непосредственнымъ вычисленіемъ, что и въ этихъ случаяхъ погрѣшность не превосходитъ нѣсколькихъ тысячныхъ долей секунды времени, т. е. такими формулами можно вычислять самыя точныя наблюденія.

23. Но и интерполяціонныя формулы не даютъ еще желаемой степени простоты вычисленія. Употребленіе семизначныхъ логариѳмовъ обременительно и требуетъ много времени. Несравненно проще составленную для наблюденій эфемериду дополнить и приспособить къ непосредственному и точному полученію часоваго угла по данному азимуту. Впослѣдствіи является не только огромное сбереженіе труда, но пріобрѣтается еще увѣренность въ работѣ, такъ какъ ошибки вычисленія дѣлаются почти немыслимыми. Поэтому умѣстно остановиться подробнѣе на составленіи такой полной эфемериды-таблицы.

Прежде всего вычисленные часовые углы t для азимутовъ черезъ каждые 4° дополняются значеніями t для всѣхъ промежуточныхъ азимутовъ черезъ 1°. Такое дополненіе совершается весьма быстро и удобно, когда начальные t вычислены именно черезъ 4°. Взявъ разности каждаго вычисленнаго и средняго изъ двухъ сосѣднихъ t получаемъ числа, представляющія половины вторыхъ разностей угловъ t съ противными знаками. Раздѣливъ каждую изъ нихъ на 4, получаемъ рядъ чиселъ, которыя представляютъ восьмыя части вторыхъ разностей, т. е. тѣ именно поправки, которыя служатъ для исправленія среднихъ ариѳметическихъ изъ двухъ послѣдовательныхъ функцій за вторыя разности. Такъ какъ въ разсматриваемомъ случаѣ всегда достаточно ограничиваться вторыми разностями и пренебрегать высшими, то, распространяя рядъ упомянутыхъ восьмыхъ частей вторыхъ разностей на промежуточные аргументы, т. е. для $a = 2°, 6°, 10°\ldots$, получимъ поправки, которыя надо придавать къ среднему ариѳметическому $\frac{t_n + t_{n+1}}{2}$ чтобы получить $t_{n+\frac{1}{2}}$. Получивъ t для всѣхъ четныхъ a дополнимъ ихъ такимъ же порядкомъ для всѣхъ промежуточныхъ, неточныхъ азимутовъ $a = 1°, 3°, 5°\ldots$, причемъ самыя поправки, вслѣдствіе уменьшенія интерваловъ вдвое, будутъ вчетверо меньше.

Такимъ образомъ получаются значенія t для всѣхъ послѣдовательныхъ a черезъ 1°. Данныя, служащія къ интерполяціи t для произвольнаго a, явятся отъ составленія разностей полученныхъ t черезъ одно; эти разности будутъ очевидно измѣненія t, соотвѣтствующія измѣненію a на 2° или на 7200″. Взявъ ихъ логариѳмы и прибавивъ ко всѣмъ имъ постоянное число 6,142668 (дополненіе lg 7200) получимъ логариѳмы измѣненій t при измѣненіи a на 1″. Найденные логариѳмы соотвѣтствуютъ, разумѣется, лишь круглымъ градусамъ; интерполяцію же приходится дѣлать на разное число минутъ и секундъ и потому, при дѣйствительномъ вычисленіи, слѣдуетъ принимать тотъ логариѳмъ измѣненія t, который соотвѣтствуетъ срединѣ между ближайшимъ круглымъ градусомъ и даннымъ азимутомъ. Эта добавочная интерполяція облегчается написаніемъ, противу каждаго логариѳма измѣненія t, еще перемѣны этого логариѳма при измѣненіи a на 10′. Этотъ послѣдній рядъ чиселъ получается составленіемъ разностей, черезъ одно, написанныхъ уже логариѳмовъ измѣненій и дѣленіемъ этихъ разностей на 24. Такъ какъ 2° заключаютъ въ себѣ 12 промежутковъ по 10′, то, казалось бы, слѣдовало дѣлить ихъ на 12; но извѣстно, что переходя отъ круглаго градуса на n минутъ слѣдуетъ брать разность соотвѣтствующую $\frac{n}{2}$ минутъ и потому это послѣднее дѣленіе на 2 удобнѣе заранѣе включить въ таблицу и затѣмъ переходить уже всегда прямо на n минутъ. Самое дѣленіе на 24 какъ видно на слѣдующемъ примѣрѣ вычисленія дѣлается послѣдовательнымъ дѣленіемъ на 6 и на 4.

$\varphi = 59^\circ\, 46'\, 20''$ **Vega** (α Lyrae) $\delta = +38^\circ\, 40'\, 20''$

		a	t	Разности t черезъ 2°.	Ихъ логариѳмы.	lg измѣн. t (a на 1″).	Δ	Δ/6	Δ/24
0,000	0,000	0°	$0^h\ 0^m\ 0^s{,}000$	$3^m 41^s{,}340$	2,345 060	8,487 728			
0,017	—0,069	1	0 1 50,670	3 41,374	2,345 127	8,487 795	269	45	11
	—0,137 5	2	0 3 41,374	3 41,477	2,345 329	8,487 997	539	90	22
0,051 5	—0,206	3	0 5 32,147	3 41,649	2,345 666	8,488 334	807	135	34
—1,100	—0,275	4	0 7 23,023	3 41,889	2,346 136	8,488 804	1074	179	45
—1,086	—0,344	5	0 9 14,036	3 42,198	2,346 740	8,489 408	1344	224	56
	—0,414	6	0 11 5,221	3 42,577	2,347 480	8,490 148	1615	269	67
—1,121	—0,484	7	0 12 56,613	3 43,026	2,348 355	8,491 023	1881	314	78
—2,214	—0,553 5	8	0 14 48,247	3 43,543	2,349 361	8,492 029	2145	358	90
—2,156	—0,625	9	0 16 40,156	3 44,130	2,350 500	8,493 168	2416	403	101

Прежде чѣмъ излагать дальнѣйшія подробности составленія эфемериды-таблицы необходимо сказать еще о тѣхъ поправкахъ, которыя нужно вводить при пользованіи табличными величинами часовыхъ угловъ t. Дѣло въ томъ, что вся таблица вычислена съ опредѣленными, обыкновенно округленными до $10''$, склоненіемъ δ_0 и широтою φ_0. Понятно, что при каждомъ наблюденіи, видимое склоненіе δ будетъ нѣсколько отличаться отъ табличнаго δ_0; точно также, употребляя одну и ту же таблицу для вычисленія наблюденій, произведенныхъ на сосѣднихъ сигналахъ или вообще на мѣстахъ, близко лежащихъ по широтѣ, полученныя изъ таблицы t будутъ невѣрны. Ихъ необходимо поправить за разность $\varphi - \varphi_0$. Вотъ выводъ дифференціальныхъ формулъ, связывающихъ зависимость Δt отъ $\Delta\delta$ и $\Delta\varphi$.

Изъ формулы § 20: $\sin\theta = \operatorname{tg}\delta \,.\, \operatorname{tg} n$ имѣемъ

$$\lg\sin\theta = \lg\operatorname{tg}\delta + \lg\operatorname{tg} n$$

$$\operatorname{cotg}\theta \,.\, \Delta\theta = \frac{1}{\operatorname{tg}\delta \,.\, \cos^2\delta} \cdot \Delta\delta$$

Такъ какъ $\Delta\theta = -\Delta t$ то будетъ

$$\Delta t = -\frac{\operatorname{tg}\theta}{\sin\delta \,.\, \cos\delta} \cdot \Delta\delta = -\operatorname{tg} q \,.\, \sec\delta \,.\, \Delta\delta$$

Изъ треугольника между зенитомъ, полюсомъ и звѣздою имѣемъ:

$$\sin\varphi \,.\, \cos t - \sin t \,.\, \operatorname{cotg} a = \operatorname{tg}\delta \,.\, \cos\varphi$$

$$\cos\varphi \,.\, \cos t \,.\, \Delta\varphi - \sin\varphi \,.\, \sin t \,.\, \Delta t - \cos t \,.\, \operatorname{cotg} a \,.\, \Delta t = -\operatorname{tg}\delta \,.\, \sin\varphi \,.\, \Delta\varphi$$

$$-\frac{\cos a \,.\, \cos t + \sin a \,.\, \sin t \,.\, \sin\varphi}{\sin a} \cdot \Delta t = -\frac{\sin\delta \,.\, \sin\varphi + \cos\delta \,.\, \cos\varphi \,.\, \cos t}{\cos\delta}\,\Delta\varphi$$

$$\frac{\cos q}{\sin a} \cdot \Delta t = \frac{\cos z}{\cos\delta}\,\Delta\varphi$$

$$\Delta t = \frac{\cos z \,.\, \sin a}{\cos\delta \,.\, \cos q} \cdot \Delta\varphi = \frac{\sin t}{\operatorname{tg} z \,.\, \cos q} \cdot \Delta\varphi = \cos z \,.\, \operatorname{tg} q \,.\, \sec\varphi \,.\, \Delta\varphi$$

Коэфиціенты этихъ дифференціальныхъ формулъ можно вычислить заранѣе для всѣхъ табличныхъ азимутовъ и прійдется лишь помножать ихъ потомъ на данныя $\Delta\delta$ и $\Delta\varphi$. Самое удобное

для такого помноженія имѣть готовыя таблицы умноженія; имѣя ряды наблюденій одной звѣзды или на одномъ мѣстѣ поправки за $\Delta\delta$ и $\Delta\varphi$ будутъ получаться простымъ взглядомъ въ такія таблицы. Для вычисленія самыхъ коэфиціентовъ этихъ дифференціальныхъ формулъ потребуются тригонометрическія величины, не употреблявшіяся при составленіи эфемериды. Но въ этомъ случаѣ, сказанныя величины требуется знать лишь съ пятью и даже четырьмя знаками логариѳма, и зная впередъ, что онѣ понадобятся, ихъ получаютъ попутно, при вычисленіи эфемериды безъ всякаго труда. Тогда же вычисляются для разныхъ азимутовъ коэфиціенты f, служащія для приведенія наблюденій на боковыхъ нитяхъ на среднюю, именно

$$f = \sec\delta \,.\, \sec q$$

Вотъ образецъ полной эфемериды-таблицы для звѣзды Vega. Значеніе каждой графы показано въ заголовкахъ; величины $\lg\operatorname{tg}h$ и $\lg\sec h$ служатъ для исправленія отсчетовъ на горизонтальномъ кругѣ за наклонность и коллимаціонную ошибку.

$\varphi_0 = 59°46'20{,}''0$ **Vega** (α Lyrae) $\alpha_0 = 18^h33{,}^m0$ $\delta_0 = 38°40'20{,}''0$

Азимутъ.	Звѣздное время.	Зенитное разстояніе.	Звѣздное время.	Азимутъ.	Часовой уголъ.	lg измѣненія t при пер. a на 1″ съ его пер. на 10′	Δt при изм. δ на 1″.	Δt при изм. φ на 1″.	lg tg h	lg sec h	lg f
0°	$18^h33{,}^m0$	21° 6,′0	$18^h33{,}^m0$	0°	$0^h\ 0^m\ 0{,}^s000$	8,487 728 +− 0	0,ˢ00000	0,ˢ00000	0,4136	0,4437	0,10749
1	31,2	6	34,8	1	1 50,670	8,487 795 +− 11	0,00096	0,00139	0,4135	0,4437	0,10756
2	29,3	6	36,7	2	3 41,374	8,487 997 +− 22	0,00192	0,00278	0,4133	0,4436	0,10763
3	27,5	7	38,5	3	5 32,147	8,488 334 +− 34	0,00288	0,00417	0,4131	0,4434	0,10773
4	25,6	8	40,4	4	7 23,023	8,488 804 +− 45	0,00384	0,00556	0,4128	0,4431	0,10793
5	23,8	9	42,2	5	9 14,036	8,489 408 +− 56	0,00480	0,00695	0,4123	0,4427	0,10818
6	21,9	10	44,1	6	11 5,221	8,490 148 +− 67	0,00576	0,00834	0,4118	0,4423	0,10848
7	20,1	12	45,9	7	12 56,613	8,491 023 +− 78	0,00672	0,00973	0,4112	0,4417	0,10883
8	18,2	14	47,8	8	14 48,247	8,492 029 +− 90	0,00769	0,01112	0,4106	0,4411	0,10925
9	16,3	16	49,7	9	16 40,156	8,493 168 +−101	0,00865	0,01251	0,4098	0,4404	0,10971
10	14,5	18	51,5	10	18 32,377	8,494 445 +−112	0,00961	0,01390	0,4089	0,4397	0,11023
11	12,6	21	53,4	11	20 24,946	8,495 857 +−123	0,01057	0,01529	0‘4080	0,4389	0,11080
12	10,7	24	55,3	12	22 17,899	8,497 395 +−134	0,01155	0,01668	0,4070	0,4380	0,11143
13	8,8	27	57,2	13	24 11,268	8,499 066 +−145	0,01254	0,01807	0,4058	0,4370	0,11211
14	6,9	30	18 59,1	14	26 5,094	8,500 877 +−156	0,01352	0,01946	0,4045	0,4359	0,11284
15	5,0	34	19 1,0	15	27 59,412	8,502 820 +−167	0,01448	0,02085	0,4032	0,4347	0,11362
16	3,1	38	2,9	16	29 54,261	8,504 887 +−178	0,01542	0,02223	0,4018	0,4335	0,11446
17	18 1,2	42	4,8	17	31 49,672	8,507 080 +−189	0,01640	0,02362	0,4002	0,4322	0,11537
18	17 59,2	46	6,8	18	33 45,687	8,509 414 +−200	0,01737	0,02501	0,3986	0,4308	0,11628
19	57,3	51	8,7	19	35 42,345	8,511 880 +−210	0,01834	0,02640	0,3969	0,4293	0,11727
20	55,4	21 56	10,7	20	37 39,685	8,514 465 +−221	0,01931	0,02778	0,3952	0,4277	0,11831
21	53,4	22 1	12,6	21	39 37,740	8,517 178 +−232	0,02028	0,02916	0,3933	0,4261	0,11940
22	51,4	6	14,6	22	41 36,555	8,520 033 +−243	0,02125	0,03054	0,3913	0,4244	0,12054
23	49,4	12	16,6	23	43 36,172	8,523 013 +−253	0,02222	0,03192	0,3892	0,4226	0,12174
24	47,4	18	18,6	24	45 36,629	8,526 098 +−263	0,02321	0,03330	0,3870	0,4208	0,12297
25	45,4	24	20,6	25	47 37,962	8,529 329 +−273	0,02419	0,03467	0,3847	0,4188	0,12425
26	43,3	31	22,7	26	49 40,220	8,532 688 +−285	0,02517	0,03605	0,3824	0,4168	0,12558
27	41,3	38	24,7	27	51 43,444	8,536 168 +−295	0,02615	0,03742	0,3799	0,4147	0,12696
28	39,3	45	26,7	28	53 47,677	8,539 759 +−304	0,02712	0,03879	0,3774	0,4125	0,12837
29	37,1	22 53	28,9	29	55 52,956	8,543 472 +−315	0,02811	0,04016	0,3748	0,4102	0,12983
30	35,0	23 1	31,0	30	0 57 59,331	8,547 317 +−325	0,02909	0,04153	0,3721	0,4079	0,13133
31	32,9	9	33,1	31	1 0 6,848	8,551 281 +−335	0,03007	0,04289	0,3692	0,4055	0,13287
32	30,7	17	35,3	32	2 15,551	8,555 350 +−344	0,03105	0,04424	0,3663	0,4030	0,13446
33	28,6	26	37,4	33	4 25,480	8,559 539 +−354	0.03203	0,04559	0,3632	0,4004	0,13608
34	26,4	35	39,6	34	6 36,690	8,563 855 +−364	0,03301	0,04693	0,3601	0,3978	0,13774
35	24,2	45	41,8	35	8 49,227	8,568 282 +−374	0,03399	0,04826	0,3568	0,3951	0,13943
36	17 21,9	23 54	19 44,1	36	1 11 3,139	8,572 828 +−384	0,03497	0,04960	0,3534	0,3923	0,14116

Имѣя для разныхъ звѣздъ такія эфемериды-таблицы, самое вычисленіе поправки хронометра дѣлается слѣдующимъ образомъ:

Вычитая мѣсто меридіана на горизонтальномъ кругѣ изъ отсчетовъ микроскоповъ, исправленныхъ за наклонность и коллимаціонную ошибку, получаемъ точные азимуты наблюденій a. Взявъ изъ таблицы часовые углы t, соотвѣтствующіе ближайшимъ круглымъ a, прибавляемъ къ нимъ перемѣны t, полученныя помноженіемъ числа секундъ въ данномъ a, составляющихъ избытокъ или недостатокъ до круглыхъ табличныхъ a на соотвѣтствующую перемѣну t, коего логариѳмъ легко интерполируется въ графѣ lg измѣненія t. Найденное t, исправленное въ случаѣ надобности еще за $\Delta\delta$ и $\Delta\varphi$, даетъ наблюденный часовой уголъ. Придавъ къ окончательному t величину $\alpha - s$, гдѣ α — прямое восхожденіе, а s время (по хронометру) прохожденія звѣзды черезъ среднюю нить, получаемъ поправку хронометра по формулѣ:

$$u = t + (\alpha - s)$$

Примѣръ на употребленіе таблицы помѣщенъ въ концѣ слѣдующаго параграфа.

24. Остается еще сказать о томъ, какъ въ излагаемомъ способѣ принимаются въ разсчетъ суточная аберрація и невѣрность первоначально вычисленнаго мѣста меридіана на горизонтальномъ кругѣ.

Какъ извѣстно, вліяніе суточной аберраціи на прямое восхожденіе и склоненіе есть

$$\Delta\alpha = 0^s\!.0216 \cos\varphi' . \cos t . \sec\delta$$
$$\Delta\delta = 0''\!.324 \cos\varphi' . \sin t . \sin\delta$$

Принимая во вниманіе, что при наблюденіи южныхъ звѣздъ вообще не случается доходить до часовыхъ угловъ превосходящихъ 20°— 30° и притомъ излагаемый способъ опредѣленія времени по азимутамъ звѣздъ, имѣя свои спеціальныя преимущества и цѣли, не можетъ быть рекомендованъ какъ весьма точный (азимуты, получаемые отсчетомъ на кругѣ непремѣнно будутъ уступать въ точности азимутамъ, взятымъ прямо съ неба въ способахъ опредѣленія времени въ меридіанѣ или вертикалѣ Полярной) — можно, не опасаясь повредить точности наблюденій, вовсе пренебречь вліяніемъ суточной аберраціи на склоненіе; для прямаго же восхожденія принимать его постояннымъ для каждой звѣзды, т. е. принимать суточную аберрацію въ разныхъ часовыхъ углахъ такою, какъ она дѣйствуетъ въ меридіанѣ, и къ видимымъ прямымъ восхожденіямъ всегда придавать величину

$$+ 0^s\!.022 \cos\varphi' . \sec\delta$$

Вліяніе невѣрности принятаго мѣста меридіана заключается въ томъ, что первоначальное мѣсто меридіана, или, собственно говоря, азимуты Полярной вычисляются съ приближенною поправкою хронометра; поэтому и самое мѣсто меридіана будетъ заключать въ себѣ ошибку, числовая величина которой можетъ быть открыта только послѣ дальнѣйшаго вычисленія самой поправки хронометра. Далѣе, эта поправка опять же невѣрна вслѣдствіе ошибки въ мѣстѣ меридіана. Естественный путь вычисленія былъ бы тотъ, чтобы съ полученною поправкою вновь вычислить по Полярной мѣсто меридіана, затѣмъ получить новую болѣе точную поправку хроно-

метра и т. д. Вычисленіе слѣдовало бы продолжать до тѣхъ поръ, пока не получатся послѣдовательно двѣ равныхъ поправки. На практикѣ такой путь и утомителенъ и безполезенъ. Вычисливъ мѣсто меридіана съ первоначальною поправкою u_0 и затѣмъ, получивъ по южной звѣздѣ поправку u, мѣсто меридіана исправляется, какъ было уже объяснено въ отдѣлѣ объ опредѣленіи азимута земнаго предмета, по формулѣ:

$$\Delta M = 15 \, . \, \Delta Y \, . \sec \psi \, . \, (u - u_0)$$

Окончательная же поправка хронометра получится по формулѣ

$$u = u_1 - [\lg \text{ измѣненія } t] \, . \, \Delta M$$

Поправка мѣста меридіана вычисляется во всякомъ случаѣ для точнаго полученія азимута, тогда поправка $u - u_1$ опредѣлится слѣдовательно весьма просто, сложивъ $\lg \Delta M$ съ тѣмъ lg измѣненія t, который стоитъ въ таблицѣ противу даннаго азимута a.

Эти дифференціальныя формулы справедливы разумѣется только при малости искомыхъ поправокъ. Непосредственнымъ вычисленіемъ легко убѣдиться, что ими можно пользоваться, т. е. они въ состояніи дать вѣрныя сотыя доли секунды въ поправкѣ хронометра даже тогда, когда первоначальная приближенная поправка была взята ошибочною на 1^m.

О точности опредѣленія времени по азимутамъ звѣздъ можно судить изъ того, что въ среднемъ выводѣ:

Вѣроятная ошибка опредѣленія времени по одной звѣздѣ .... $= \pm\, 0^s{,}049$
» » » » средняго изъ четырехъ звѣздъ $= \pm\, 0{,}024$

Примѣръ. ♄ 8 Февраля 1884.

Вычисленіе поправки хронометра по азимуту звѣзды Vega

$\alpha = 18^h 33^m\, 0^s{,}05$ $\delta = +38^\circ\, 40'\, 31''{,}0$
$s = 17\;\; 46\;\; 23{,}27$

Отсчетъ круга =	$314^\circ 52' 42''{,}35$	t_0 для 25° =	$-0^h 47^m 37^s{,}962$		
$i \,.\, \mathrm{tg}\, h$ =	$-26{,}83$	Перемѣна за $10'\,32''{,}5$	$-21{,}412$	$\lg \Delta t$	8,529 602
$c \,.\, \sec h$ =	$+49{,}63$	Поправка за $\Delta\delta$	$+\,0{,}268$	$\lg (10'\,32''{,}5)$	2,801 061
Исправленный отсчетъ:	$314^\circ 53'\; 5''{,}2$	t =	$-0^h 47^m 59^s{,}11$		1,330 663
Мѣсто меридіана =	$340\;\; 3\;\; 37{,}7$	$\alpha - s$ =	$+0\;\; 46\;\; 36{,}78$		
Азимутъ a =	$-25^\circ 10'\, 32''{,}5$	u_1 =	$-1^m 22^s{,}33$		

$u_1 - u_0 = -0^s{,}43$ $\Delta M = +0''{,}13$
$\Delta u = -0^s{,}004$

Поправка $\Delta u < 0^s{,}01$ и слѣдовательно можно принять за окончательное

$$u = -1^m\, 22^s{,}33$$

IV.

Опредѣленіе долготы по азимутамъ Луны.

25. Изъ способовъ опредѣленія долготы по Лунѣ самые точные — по ея кульминаціямъ и по азимутамъ. При кульминаціяхъ можно наблюдать Луну только одинъ разъ въ сутки, тогда какъ способъ азимутовъ позволяетъ произвольно увеличивать число наблюденій; это преимущество особенно важно для путешествующаго астронома. Для накопленія ряда наблюденій кульминацій, при невполнѣ благопріятной погодѣ, можетъ понадобиться время цѣлой лунаціи; между тѣмъ, съ тою же точностью, азимуты Луны могутъ дать долготу изъ наблюденій въ теченіи двухъ-трехъ часовъ. Но, помимо значительнаго сбереженія времени, способъ азимутовъ имѣетъ передъ кульминаціями еще слѣдующія выгоды:

1) Наблюденія азимутовъ Луны, производимыя до и послѣ меридіана и притомъ послѣдовательно въ разныхъ положеніяхъ инструмента, т. е. при кругѣ W и O, позволяютъ вполнѣ исключить всѣ инструментальныя погрѣшности и достигнуть при наблюденіяхъ полной симметріи.

2) Неоднократно замѣчалось, что край Луны бываетъ иногда столь неправиленъ, зазубренъ, съ ясными углубленіями и возвышеніями, что одно прохожденіе (при кульминаціи) оставляетъ значительную долю сомнѣнія въ точности наблюденія этого прохожденія. При наблюденіи азимутовъ, крайняя точка луннаго диска, прохожденія которой замѣчаются на нитяхъ пассажнаго инструмента постоянно мѣняется; положеніе этой точки перемѣщается въ теченіи наблюденій постоянно въ одну сторону на уголъ (при центрѣ Луны) равный разности параллактическихъ угловъ *); слѣдовательно, вообще говоря, наблюдаются столь различныя и удаленныя другъ отъ друга точки, что неправильности края будутъ въ среднемъ если и не исключены, то значительно ослаблены.

3) При употребленіи Пулковскаго горизонтальнаго круга для наблюденій азимутовъ Луны не требуется вовсе такъ называемыхъ лунныхъ звѣздъ. Выборъ ихъ въ разныхъ каталогахъ и вычисленіе ихъ видимыхъ мѣстъ всегда ведетъ къ излишней потерѣ времени, а случается, что, сообразно оптической силѣ инструмента, не будетъ вовсе подходящихъ звѣздъ. Притомъ наблюденія слабыхъ звѣздъ вблизи Луны сопряжены съ рискомъ не видѣть ихъ и потерять наблюденія; наблюденія же одной Луны могутъ быть произведены даже при слегка облачномъ небѣ, когда и болѣе яркія звѣзды вовсе не видны.

---

*) Напримѣръ при широтѣ 60°, склоненіи Луны 15° и азимутѣ 16° параллактическій уголъ Луны болѣе 10° и потому, въ теченіи полнаго ряда наблюденій азимутовъ, по обѣ стороны меридіана, наблюдаемая точка прохожденія передвинется по диску на 20°.

Перечисленныя выгоды способа азимутовъ съ избыткомъ вознаграждаютъ единственный его недостатокъ сравнительно съ кульминаціями — сложность вычисленій. Дѣйствительно вычисленіе видимыхъ мѣстъ Луны въ этомъ случаѣ сложно и эта сложность страшна не сама по себѣ, а по неизбѣжности, при такомъ вычисленіи, ошибокъ. Эта сложность конечно и есть причина сравнительно рѣдкихъ наблюденій азимутовъ Луны путешествующими астрономами. Зато тѣмъ интереснѣе и важнѣе способъ вычисленія азимутовъ Луны вблизи меридіана, недавно предложенный В. К. Делленомъ. Въ принципѣ, способъ этотъ настолько простъ, что опытному вычислителю нѣтъ возможности ошибаться, случайная же ошибка или, вѣрнѣе, описка, сама должна броситься въ глаза и можетъ быть исправлена легко, скоро и главное тотчасъ, не ожидая конца вычисленія. Правда этотъ способъ требуетъ въ своемъ приложеніи нѣкоторыхъ соображеній и разсужденій, такъ что немыслимо дѣлать вычисленіе вполнѣ механически, но именно это послѣднее обстоятельство придаетъ интересъ обыкновенно скучному вычисленію и еще, такъ сказать, вторично гарантируетъ отъ ошибокъ.

Ниже изложены сперва порядокъ наблюденій Луны вблизи меридіана и ихъ приведеній, а затѣмъ самый способъ вычисленія азимутовъ Луны.

26. Наблюденія лунныхъ азимутовъ Пулковскимъ горизонтальнымъ кругомъ состоятъ изъ ряда наблюденій Луны и обхватывающихъ ихъ наблюденій Полярной, для опредѣленія мѣста меридіана на горизонтальномъ кругѣ инструмента. Для большей точности полученія мѣста меридіана, составляющаго основаніе всѣхъ лунныхъ азимутовъ (такъ какъ нѣтъ наблюденій лунныхъ звѣздъ) полезно и даже необходимо наблюдать Полярную въ разныхъ положеніяхъ инструмента не только до и послѣ, но еще и въ серединѣ, между наблюденіями Луны. Полагая 8 послѣдовательныхъ наблюденій Луны получается такимъ образомъ слѣдующій нормальный порядокъ наблюденій:

Полярная	въ 4-хъ	положеніяхъ	инструмента
Луна	въ 4-хъ	»	»
Полярная	въ 2-хъ	»	»
Луна	въ 4-хъ	»	»
Полярная	въ 4-хъ	»	»

Первая группа наблюденій Луны производится до, а вторая послѣ ея кульминаціи.

Порядокъ наблюденій и ихъ вычисленій для Полярной изложенъ въ отдѣлѣ объ опредѣленіи азимута земнаго предмета и здѣсь необходимо изложить только то, что касается наблюденій Луны.

Чтобы получить наблюденія, симметрично расположенныя относительно меридіана и имѣть притомъ необходимое и достаточное время для производства самыхъ наблюденій, необходимо заранѣе знать, въ какихъ именно азимутахъ наблюдать Луну и затѣмъ, во время наблюденій, впередъ ставить инструментъ уже въ извѣстные азимуты и дожидать пока Луна сама не вступитъ въ вертикалъ наблюденія. Для этого нужно вычислить, сколько въ каждомъ данномъ случаѣ проходитъ Луна по азимуту въ теченіи извѣстнаго времени, напримѣръ въ 1 минуту. Дифференцируя извѣстное уравненіе

$$\sin a \,.\, \sin z = \sin t \,.\, \cos \delta$$

и считая для простоты cos малыхъ угловъ a и t за 1, получимъ

$$\text{I} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \Delta a = 15\ \Delta t \cdot \frac{\cos\delta}{\sin z}$$

Въ этой формулѣ склоненіе Луны δ берется приближенною интерполяціею изъ Nautical Almanac, а зенитное разстояніе z берется соотвѣтствующее меридіану, т. е.

$$z = \varphi - \delta + \pi - r$$

гдѣ φ — широта мѣста наблюденія, а π и r — параллаксъ и рефракція при зенитномъ разстояніи $z = \varphi - \delta$. Сумма членовъ $\pi - r$ дается непосредственно въ мореходныхъ таблицахъ (таблица 24; изданіе 1880 г.)

Имѣя движеніе Луны по азимуту легко уже разсчитать въ какихъ азимутахъ слѣдуетъ наблюдать ее. Можно принять, что на каждое наблюденіе, съ отсчетомъ уровня и микроскоповъ горизонтальнаго круга, потребно около 9 минутъ. Вставляя въ формулу I $\Delta t = 9^m$ получимъ, въ каждомъ частномъ случаѣ, соотвѣтствующее Δa. Полученное, обыкновенно дробное, число можно, для простоты, округлить до полныхъ минутъ, и даже полныхъ десятковъ минутъ въ дугѣ. Тогда устанавливая инструментъ на азимуты кратные Δa не потребуется излишнихъ вычисленій, которыя въ случаѣ дробнаго Δa могутъ повести къ ошибкѣ въ установкѣ и потерѣ симметріи наблюденій.

Наблюденные азимуты Луны получаются изъ разности средняго изъ отсчетовъ двухъ микроскоповъ горизонтальнаго круга, исправленнаго за наклонность и коллимаціонную ошибку, и мѣста меридіана на кругѣ.

Поправки отсчетовъ круга за наклонность и коллимаціонную ошибку какъ извѣстно суть:

$$-i \,.\, \operatorname{tg} h = i \,.\, \operatorname{cotg} z$$
$$\pm c \,.\, \sec h = \pm c \,.\, \operatorname{cosec} z$$

гдѣ + берется при положеніи инструмента кругъ O, — при положеніи кругъ W.

Эти поправки весьма просты и совершенно одинаковы съ таковыми же поправками при наблюденіяхъ азимутовъ южныхъ звѣздъ. Зенитное разстояніе z можно съ достаточною точностью брать прямо изъ отсчетовъ на вертикальномъ кругѣ-искателѣ.

27. Приведеніе наблюденій Луны на среднюю нить, если дѣлать его совершенно строго, требуетъ довольно сложныхъ вычисленій, а точность результата отъ того вовсе не выигрываетъ. Такъ какъ обыкновенно постоянныя нити въ окулярѣ расположены симметрично относительно средней, то, если при наблюденіяхъ не были пропущены нѣкоторыя нити, небольшая ошибка въ коэфиціентѣ приведенія нисколько не повліяетъ на окончательный выводъ. Поэтому, при приведеніи наблюденій Луны на среднюю нить, можно довольствоваться коэфиціентомъ, получаемымъ эмпирически, изъ самыхъ наблюденій.

Сложность вычисленія точнаго коэфиціента приведенія и совершенная достаточность приближеннаго его значенія видны изъ слѣдующаго.

Какъ извѣстно, точный коэфиціентъ приведенія наблюденій Луны на среднюю нить f выражается формулою:

$$f = \frac{\sin z}{\sin z'} \cdot \frac{1}{1-\lambda} \cdot \sec \delta \, . \, \sec q \text{.......................} \text{IIa}$$

гдѣ z и z' — геоцентрическое и видимое зенитныя разстоянія Луны.

λ — отношеніе десяти-минутнаго движенія Луны по прямому восхожденію выраженнаго во времени, какъ оно дается въ Nautical Almanac, къ промежутку въ 10 минутъ средняго времени.

δ — склоненіе Луны.

q — параллактическій уголъ.

Всѣ эти величины должны быть взяты для момента прохожденія Луны черезъ среднюю нить.

Для полученія нѣкоторыхъ изъ множителей этой формулы составляются особыя вспомогательныя таблицы, напримѣръ общая таблица для множителя

$$\frac{1}{1-\lambda} = \frac{601{,}643}{601{,}643 - \Delta\alpha}$$

по аргументу $\Delta\alpha$, десятиминутному движенію Луны по прямому восхожденію; мѣстная таблица для множителя

$$\frac{\sin z}{\sin z'}$$

по аргументамъ видимому зенитному разстоянію z' и горизонтальному параллаксу Луны π.

Но имѣя даже подъ руками подобныя таблицы надо еще, при приведеніи цѣлой группы лунныхъ наблюденій, обращать вниманіе на перемѣну множителей $\sec \delta$ и $\sec q$. Не будетъ преувеличеніемъ сказать, что такая сложность однихъ только приведеній на среднюю нить можетъ побудить избѣгать самыхъ наблюденій лунныхъ азимутовъ. Между тѣмъ, именно, имѣя ряды наблюденій Луны, какъ упомянуто уже выше, нѣтъ никакой надобности производить такія сложныя вычисленія и можно найти коэфиціентъ приведенія прямо изъ наблюденій. Дѣйствительно, составивъ разности временъ прохожденій края Луны черезъ крайнія нити сѣти (изъ журнала наблюденій) и раздѣливъ ихъ на разстояніе этихъ нитей l, выраженное въ секундахъ времени, получимъ рядъ коэфиціентовъ приведенія по формулѣ

$$f = \frac{T_n - T_1}{l} \text{...........................} \text{IIб}$$

гдѣ T_n и T_1 суть непосредственно наблюденныя времена прохожденія края Луны черезъ послѣднюю и первую нити.

Получивъ рядъ разныхъ f изъ наблюденій до и послѣ меридіана легко замѣтить, что послѣдовательныя f имѣютъ нѣкоторый замѣтный ходъ; такъ какъ главная причина этого хода зависитъ отъ множителя $\sec q$ въ формулѣ IIa, почти симметричнаго относительно меридіана (онъ былъ бы вполнѣ симметриченъ, если бы движеніе Луны по прямому восхожденію было равно-

мѣрнымъ, а склоненіе ея постояннымъ), то, взявъ среднее изъ коэфиціентовъ f для наблюденій равно удаленныхъ отъ меридіана, получимъ коэфиціенты очень близкіе къ теоретическимъ, и, съ которыми можно дѣлать приведенія безъ всякаго ущерба точности окончательнаго результата. Нижеслѣдующій примѣръ подтверждаетъ такое заключеніе.

При наблюденіяхъ Луны ♀ 7 Марта 1884 г. получено

для азимута	—13° 1′,1	$T_n - T_1 = 110^s,9$		$\varphi = 59°\ 46'\ 20''$
	—10 0,5	111,1		$\delta = +15°\ 15',6$
	— 7 0,0	110,4		$\Delta\alpha = 22^s,817$
	— 4 0,4	110,5		$\pi = 57'\ 40'',5$
	+ 4 51,6	110,3		$\varphi' = 59°\ 36',3$
	+ 7 6,7	110,7		$\lg\rho = 9,99892$
	+10 0,0	110,7		
	+12 58,7	111,1		

Отсюда въ среднемъ получаемъ:

		$T_n - T_1$	$\lg(T_n - T_1)$	$\lg f$
для азимута	13°	111,0	2,04532	0,03099
	10	110,9	2,04493	0,03060
	7	110,6	2,04376	0,02943
	4	110,4	2,04297	0,02864

Точное вычисленіе f по формулѣ IIa даетъ для 8-го азимута $\lg f = 0,03026$. Дѣлая приведеніе на среднюю нить съ этимъ коэфиціентомъ, и коэфиціентомъ эмпирическимъ, имѣемъ

Для 8-го азимута $a = +12°\ 58',7$.

Нити.	Время прохожденія.	Приведеніе на среднюю нить $f = 0,03026$	Приведеніе на среднюю нить $f = 0,03099$
I	$8^s,1$	$3^s,39$	$3^s,48$
II	22,8	3,57	3,64
III	37,0	3,62	3,66
IV	50,4	3,44	3,46
V	38^m 3,4	3,40	3,40
VI	16,5	3,46	3,45
VII	30,2	3,46	3,42
VIII	44,1	3,23	3,16
IX	59,2	3,68	3,58
	Въ среднемъ	$38^m 3^s,47$	$38^m 3^s,47$

28. Приступая къ изложенію способа В. К. Деллена для вычисленія азимутовъ Луны необходимо сказать нѣсколько словъ о вычисленіи азимутовъ Луны вообще. Для вывода точныхъ результатовъ изъ ряда наблюденій, принято за общее правило вычислять каждое наблюденіе отдѣльно, т. е. по имѣющимся даннымъ, напримѣръ, въ излагаемомъ способѣ, по существующимъ табличнымъ мѣстамъ Луны и по приближенно извѣстнымъ широтѣ и долготѣ мѣста наблюденія и точно опредѣленному моменту прохожденія Луны черезъ данный вертикалъ, вычислить азимуты Луны и сравнить ихъ съ наблюденными, т. е. съ отсчетами на горизонтальномъ кругѣ инструмента, исправленными за мѣсто меридіана, наклонность и коллимаціонную ошибку. Затѣмъ, по рядамъ разностей вычисленныхъ и наблюденныхъ азимутовъ искать, по способу наименьшихъ квадратовъ, вѣроятнѣйшія поправки принятыхъ данныхъ, т. е. табличныхъ мѣстъ Луны или координатъ мѣста наблюденія. Слѣдовательно, вся задача вычисленія заключается главнымъ

образомъ въ опредѣленіи азимутовъ Луны для данныхъ временъ наблюденія. Раціональнѣе всего, казалось бы, надо поступить такъ: данныя мѣстныя времена превратить во времена аргумента таблицъ, т. е. обыкновенно въ среднія гриничскія времена и проинтерполировавъ для этихъ временъ геоцентрическія мѣста Луны, вычислить ея видимыя мѣста. Дѣйствительно, способъ этотъ самый естественный. Но, принимая во вниманіе сложность интерполировки геоцентрическихъ мѣстъ Луны въ Nautical Almanac для произвольныхъ моментовъ, и, что гораздо важнѣе, продолжительность вычисленія видимыхъ мѣстъ, легко видѣть, что сдѣлать мелкія ошибки въ вычисленіи почти неизбѣжно, открыть же ихъ нѣтъ возможности до самаго конца работы, т. е. до сравненія вычисленныхъ азимутовъ съ наблюденными. Да и тутъ останется еще сомнѣніе (если ошибка не велика) есть ли это ошибка вычисленія или случайная ошибка наблюденія.

Такимъ образомъ этотъ прямой и естественный способъ, не смотря на полную его раціональность, простоту разсужденій и теоретическую краткость, приходится оставить и прибѣгать къ способамъ болѣе кружнымъ и пожалуй болѣе сложнымъ, но зато къ способамъ, гарантирующимъ отъ ошибокъ. Для такой гарантіи естественно представляется прежде всего такой способъ: вычислить видимыя мѣста Луны не для дѣйствительно наблюденныхъ временъ, а для нѣкоторыхъ круглыхъ гриничскихъ моментовъ, слѣдующихъ черезъ равные промежутки, напримѣръ черезъ 10 минутъ. Такое вычисленіе во первыхъ до крайности упрощаетъ интерполировку въ Nautical Almanac, а во вторыхъ, въ теченіи всего вычисленія можно повѣрять себя разностями, такъ что, доведя вычисленіе до конца, можно быть увѣреннымъ что оно безошибочно (если не сдѣлано какой нибудь систематической ошибки). Затѣмъ, по полученнымъ азимутамъ, легко составить интерполяціонную формулу, которая для произвольнаго t представляла бы величину a въ такомъ видѣ:

$$a = a_0 + A \cdot t + B \cdot t^2 + C \cdot t^3 + \ldots$$

гдѣ за $t = 0$ принимается одинъ изъ круглыхъ гриничскихъ моментовъ.

Точность вычисленія будетъ здѣсь тѣмъ большая, чѣмъ взято больше членовъ, а увеличеніе числа членовъ требуетъ, въ свою очередь, увеличенія числа предварительно вычисленныхъ видимыхъ мѣстъ.

Наконецъ азимуты a для наблюденныхъ моментовъ получатся послѣдовательно подстановкою въ эту интерполяціонную формулу всѣхъ часовыхъ угловъ t.

Хотя такой пріемъ дѣйствительно вполнѣ защищаетъ отъ ошибокъ, но, какъ предварительное вычисленіе видимыхъ мѣстъ, такъ и составленіе интерполяціонной формулы весьма утомительны. Дѣйствительно, выборъ для $t = 0$ нѣкотораго круглаго гриничскаго момента, отстоящаго отъ момента кульминаціи Луны въ мѣстѣ наблюденія на нѣсколько минутъ во времени (при промежуткахъ въ 10^m онъ можетъ отстоять на 5^m) производитъ столь большое число значительныхъ разностей, что приходится принимать въ разсчетъ даже 7-ыя разности. Вычисленіе же семи членовъ для каждаго часоваго угла обременительно.

Изложеннаго достаточно, чтобы оцѣнить выгоды вычисленія азимутовъ Луны по способу В. К. Деллена. Въ принципѣ способъ этотъ также состоитъ изъ двухъ послѣдовательныхъ дѣйствій: вычисленія азимутовъ для нѣкоторыхъ равноотстоящихъ моментовъ и вычисленія наблю-

денныхъ азимутовъ по интерполяціонной формулѣ. Но число моментовъ, не только безъ потери точности, но еще съ выгодою сведено всего на 3 (вмѣсто 7) тѣмъ, что за исходный моментъ, $t = 0$, принимается время мѣстной кульминаціи центра Луны и потому азимуты выходятъ симметричными относительно меридіана; въ интерполяціонной формулѣ пропадаютъ четныя степени часовыхъ угловъ и является достаточнымъ ограничиться лишь тремя членами

$$a = A \,.\, t + B \,.\, t^3 + C \,.\, t^5$$

Мало того, предварительнымъ округленіемъ исходныхъ часовыхъ угловъ до полныхъ десятковъ секундъ въ дугѣ и принятіемъ склоненія и радіуса Луны постоянными, вычисленіе видимыхъ азимутовъ доводится до замѣчательной простоты; введеніе же дополнительныхъ поправокъ даетъ всю необходимую точность. Правда эти поправочные члены порождаютъ потомъ опять лишній членъ съ t^2 въ интерполяціонной формулѣ, но этотъ членъ, наравнѣ съ членами t^3 и t^5 невеликъ и всѣ они вычисляются четырехзначными логариѳмами.

29. Объяснивъ сущность способа, остается привести его детали и формулы для вычисленія. Первая часть работы, до составленія интерполяціонной формулы включительно, заключается въ слѣдующемъ.

Прежде всего опредѣляется моментъ кульминаціи центра Луны для мѣста наблюденія и вычисляются для этого момента прямое восхожденіе и склоненіе центра Луны съ ихъ десятиминутными перемѣнами. Съ полученнымъ собственнымъ движеніемъ Луны выбираются три кратные часовые углы Луны и вычисляются для нихъ три послѣдовательные азимута, и, наконецъ, вычисляются поправки отъ пренебреженія дѣйствіемъ параллакса, секундъ и ихъ долей въ часовыхъ углахъ, измѣненія склоненія и дѣйствіемъ радіуса на азимутъ. Вотъ подробности этихъ трехъ частей вычисленія.

А. **Опредѣленіе момента кульминаціи центра Луны для мѣста наблюденія и соотвѣтствующихъ этому моменту прямаго восхожденія и склоненія Луны съ ихъ десятиминутными перемѣнами.**

Въ Nautical Almanac, въ предпослѣднемъ столбцѣ страницы IV каждаго мѣсяца даются приближенные моменты верхней кульминаціи Луны на каждый день. Вычтя изъ стоящаго тамъ времени долготу мѣста наблюденія (считая ее къ востоку отъ Гринича) получимъ приближенное гриничское время мѣстной кульминаціи. Округливъ это время до полнаго часа составляемъ уравненія

Прямое восхожденіе центра Луны...... $\alpha = \alpha_0 + \mu t + \nu t^2$

Мѣстное звѣздное время............. $s = s_0 + 601{,}^s643\ t$

гдѣ: α_0 — берется прямо изъ таблицы Луны для принятаго ближайшаго круглаго гриничскаго часа.

μ_0 — десятиминутная перемѣна прямаго восхожденія Луны, стоящая въ тѣхъ же таблицахъ подлѣ α_0.

ν — $\frac{1}{12}$ средней разности десятиминутныхъ перемѣнъ μ между μ_0 и двумя сосѣдними μ, или, что тоже, $\frac{1}{24}(\mu_1 - \mu_{-1})$.

s_0 — мѣстное звѣздное время соотвѣтствующее выбранному круглому гриничскому часу; оно слагается изъ звѣзднаго времени въ среднiй полдень, долготы мѣста и обращеннаго въ звѣздное время выбраннаго круглаго гриничскаго часа.

601ˢ,643 есть число секундъ звѣзднаго времени въ 10^m средняго времени.

За единицу для t принято 10^m средняго времени потому, что въ Nautical Almanac даются непосредственно именно десятиминутныя перемѣны координатъ Луны.

Такъ какъ въ моментъ кульминацiи прямое восхожденiе центра Луны въ точности равно звѣздному времени кульминацiи, то, въ этомъ случаѣ, первыя части написанныхъ выше уравненiй должны быть равны и получается

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \alpha_0 + \mu_0 t + \nu t^2 = s \\ \alpha &= s_0 + 601{,}^s643\, t = s \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots \text{III}$$

Изъ этихъ двухъ уравненiй легко опредѣлить двѣ неизвѣстныя α и t. Вычитая первое изъ втораго получаемъ:

$$\alpha_0 - s_0 = (601{,}643 - \mu_0)\, t - \nu t^2$$

Коэфицiентъ у t^2 столь малъ, что отбросивъ сперва членъ νt^2 и найдя приближенное t получимъ съ нимъ совершенно точное значенiе νt^2 (обыкновенно только сотыя части секунды) и затѣмъ придавъ это νt^2 къ $\alpha_0 - s_0$ и раздѣливъ на коэфицiентъ $601{,}643 - \mu_0$ получимъ окончательную величину t. Подставивъ это t въ уравненiе III опредѣлимъ два раза прямое восхожденiе α, причемъ точное согласiе результатовъ послужитъ контролемъ вычисленiя.

Десятиминутная перемѣна прямаго восхожденiя $\Delta\alpha$ получается весьма легко дифференцированiемъ перваго изъ ур. III, именно

$$\Delta\alpha = \mu_0 + 2 . \nu . t$$

и слѣдовательно будетъ

$$Æ_{☾} = \alpha + \Delta\alpha \,.\, t$$

$\Delta\alpha$ есть здѣсь перемѣна Æ☾ въ 10^m средняго времени; между тѣмъ наблюденiя Луны производятся обыкновенно со звѣзднымъ хронометромъ, и потому надо вычислить $\Delta\alpha$ для 10^m звѣзднаго времени. Это дѣлается весьма просто отнятiемъ отъ полученнаго $\Delta\alpha$ нѣсколькихъ сотыхъ долей секунды, по таблицѣ, дающей переводъ средняго времени въ звѣздное, и тогда будетъ окончательно

$$Æ_{☾} = \alpha + (\Delta\alpha) \,.\, t^* \ldots\ldots\ldots\ldots \text{IV}$$

Склоненiе Луны получается такимъ образомъ: выписавъ изъ таблицъ Луны склоненiе, соотвѣтствующее принятому гриничскому круглому часу съ соотвѣтствующими перемѣнами, какъ сдѣлано было для прямаго восхожденiя, имѣемъ:

$$\delta = \delta_0 + \xi_0 . t + \eta . t^2$$

гдѣ, подобно предъидущему, ξ_0 есть стоящая подлѣ δ_0 десятиминутная перемѣна склоненія, а η есть $\frac{1}{12}$ средней разности сосѣднихъ ξ. Единица времени t конечно та же, 10^m средняго времени. Такъ какъ t уже извѣстно изъ рѣшенія ур. III, то подставивъ его сюда найдемъ склоненіе для момента кульминаціи, а соотвѣтствующая десятиминутная перемѣна получится подобно предъидущему дифференцированіемъ, т. е.

$$\Delta\delta = \xi_0 + 2 . \eta . t$$

и тогда

V .... $\delta_{☾} = \delta + \Delta\delta . t$

Здѣсь $\Delta\delta$ есть еще перемѣна склоненія Луны въ 10^m средняго времени. Переводъ ея въ перемѣну въ 10^m звѣзднаго времени дѣлается позже непосредственнымъ введеніемъ постояннаго множителя $\frac{365}{366}$ въ тотъ коэфиціентъ, на который потомъ прійдется умножать $\Delta\delta$.

B. **Вычисленіе азимутовъ Луны для трехъ кратныхъ моментовъ.**

При наблюденіи азимутовъ Луны можно признать достаточнымъ ограничиться 8-ью наблюденіями, по 4, до и послѣ меридіана. Продолжительность этихъ наблюденій около $1\frac{1}{2}$ часа *). Эта продолжительность приводитъ къ вычисленію азимутовъ для часовыхъ угловъ 16^m, 32^m и 48^m, которые притомъ удобны по простотѣ ихъ выраженій въ дугѣ, именно 4°, 8° и 12°. Понятно, что Луна, вслѣдствіе собственнаго своего движенія, не будетъ въ такіе промежутки звѣзднаго времени приходить въ часовые углы 4°, 2 . 4° и 3 . 4°, а въ меньшіе, именно въ кратные отъ $4° - \left((\Delta\alpha) . 15 . \frac{16}{10}\right)$; множитель $\frac{16}{10}$ явился здѣсь оттого, что $(\Delta\alpha)$ есть перемѣна прямаго восхожденія Луны въ 10^m, а $4° = 16^m$. Такимъ образомъ, за исходное t надо взять

VI .... $t = 4° - 24 . (\Delta\alpha)$

Для удобства вычисленія, именно для совершеннаго устраненія интерполяціи lg sin t и lg cos t въ шестизначныхъ логариѳмическихъ таблицахъ, лучше взять не прямо полученное t, а округленное до полныхъ десятковъ секундъ, и оставшіяся секунды и части секундъ (всегда не болѣе 5″) принять въ разсчетъ въ послѣдствіи.

И такъ, округливъ полученное t и взявъ его кратныя $2t$ и $3t$ вычисляемъ для этихъ часовыхъ угловъ геоцентрическіе азимуты a, высоты h и параллактическіе углы q по формуламъ

VII ....
$$\begin{cases} \cos h . \sin a = \cos\delta . \sin t \\ \cos h . \cos a = \sin\varphi . \cos\delta . \cos t - \cos\varphi . \sin\delta \\ \sin q = \cos\varphi . \sec\delta . \sin a \end{cases}$$

гдѣ φ есть широта мѣста наблюденія, а δ склоненіе Луны въ моментъ кульминаціи.

---

*) Собственно для наблюденій 8 азимутовъ Луны, считая по 9^m на полное наблюденіе достаточно $1^h\,12^m$; но въ самомъ меридіанѣ производятся, какъ упомянуто выше, еще наблюденія Полярной, на которыя нужно около 20^m.

C. **Вычисленіе поправокъ азимутовъ Луны.**

Поправки эти суть:

а) Дѣйствіе параллакса Луны на азимутъ.

б) Поправка отъ пренебреженія нѣсколькихъ секундъ и ихъ долей (Δt) въ часовомъ углѣ t.

в) Поправка отъ пренебреженія измѣненіемъ склоненія въ теченіи наблюденій.

г) Поправка отъ уменьшенія вліянія радіуса Луны на азимутъ при разныхъ высотахъ Луны.

Такъ какъ за исходное t принято $t = 0$, то легко разсудить, что первыя двѣ поправки дѣйствуютъ только на члены съ нечетными, а вторыя двѣ на члены съ четными степенями t; но, вслѣдствіи малости этихъ поправокъ, можно пренебречь высшими степенями и принять, что первыя двѣ поправки дадутъ лишь членъ съ t, а вторыя двѣ — членъ съ t^2. Изъ нихъ, членъ съ t присоединится къ главному члену съ t въ составляемой затѣмъ интерполяціонной формулѣ, а членъ съ t^2 дастъ въ той же формулѣ отдѣльный, добавочный, членъ.

Выраженія для вводимыхъ 4-хъ поправокъ азимута, принимая какъ и прежде 16 минутъ звѣзднаго времени за единицу, суть слѣдующія:

а) $\rho \,.\, \sin(\varphi - \varphi') \,.\, k \,.\, \sin a \,.\, R \,.\, \sec h$

б) $\cos\delta \,.\, \cos q \,.\, \sec h \,.\, \Delta t$

в) $\sin q \,.\, \sec h \,.\, (\Delta\delta)$

г) перемѣна въ $R \,.\, \sec h$

Первый членъ а есть общеизвѣстное выраженіе дѣйствія параллакса на азимутъ, гдѣ ρ и φ' суть геоцентрическія полярныя координаты мѣста наблюденія, k — отношеніе линейныхъ радіусовъ Земли и Луны (по опредѣленію Удемана $\frac{1}{k} = 0{,}27264$) и R — геоцентрическій угловой радіусъ Луны для момента кульминаціи. Для каждаго мѣста наблюденія можно заранѣе вычислить множитель

$$\lambda = \rho \,.\, \sin(\varphi - \varphi') \,.\, \frac{k}{3}$$

гдѣ дѣлитель 3 введенъ потому, что для большей точности и удобства вычисленія входящій затѣмъ множитель $\sin a$ берется для тройнаго часоваго угла, т. е. вычисляется $\lambda \,.\, \sin a_3 \,.\, R \,.\, \sec h_3$ и такъ какъ $\sin a$ растетъ вблизи меридіанъ приблизительно пропорціонально t, то $\sin a_3$ почти втрое больше $\sin a_1$.

Члены б и в суть извѣстные коэфиціенты дифференціальной формулы, выражающей дѣйствіе перемѣнъ въ t и δ на азимутъ a.

Наконецъ членъ г ясенъ самъ по себѣ. Полное дѣйствіе радіуса Луны на азимутъ (наблюдается всегда край а не центръ Луны) есть $R \,.\, \sec h$ *) и принимается въ разсчетъ потомъ сразу

*) R и h суть геоцентрическіе радіусъ и высота Луны; если назвать черезъ R' и h' видимые радіусъ и высоту, то $R' \,.\, \sec h' = R \,.\, \sec h$.

для всѣхъ наблюденныхъ азимутовъ. Вполнѣ позволительно геоцентрическій радіусъ Луны R считать въ теченіи наблюденій постояннымъ, поэтому перемѣна въ $R . \sec h$ будетъ происходить только отъ измѣненія $\sec h$. Взявъ изъ Nautical Almanac величину R для момента кульминаціи и вычисливъ послѣдовательно $R . \sec h_0$ и $R . \sec h_3$ гдѣ h_0 есть высота Луны въ меридіанѣ ($h_0 = 90 - \varphi + \delta$), а h_3 въ азимутѣ, соотвѣтствующемъ тройному часовому углу $3t$, разность $R . \sec h_3 - R . \sec h_0$ дастъ перемѣну $R . \sec h$ въ теченіи времени $3t$; чтобы получить эту перемѣну за t, нужно будетъ, полученную разность раздѣлить на 9, такъ какъ вблизи меридіана разности $\sec h$ измѣняются пропорціонально квадратамъ t.

Собирая всѣ поправочные члены вмѣстѣ, дѣйствіе ихъ на азимутъ выразится суммою членовъ:

$$\text{VIII} \quad [\lambda . \sin a_3 . R . \sec h_3 + \cos \delta . \cos q . \sec h . \Delta t]\, t + [\sin q_3 . \sec h_3 . (\Delta\delta) + (R . \sec h_3 - R . \sec h_0)]\, t^2$$

гдѣ $(\Delta\delta) = \frac{1}{3} \cdot \frac{16}{10} \cdot \frac{365}{366} \cdot \Delta\delta$ потому что: $\Delta\delta$ надо превратить изъ перемѣны склоненія въ 10^m средняго времени въ перемѣну склоненія въ 10^m звѣзднаго времени (множитель $\frac{365}{366}$); перемѣну за 10^m превратить въ перемѣну за 16^m, сообразно выбранной единицы времени (множитель $\frac{16}{10}$) и наконецъ умножая $(\Delta\delta)$ на $\sin q_3$ т. е. приблизительно на тройное отъ $\sin q_1$ надо еще само $(\Delta\delta)$ уменьшить въ три раза (множитель $\frac{1}{3}$).

Основаніемъ интерполяціонной формулы, представляющей азимуты Луны для каждаго наблюденнаго часоваго угла, служатъ вычисленные по формуламъ VII азимуты Луны a_1 a_2 и a_3 для трехъ кратныхъ часовыхъ угловъ t, $2t$ и $3t$. Называя черезъ A, B и C неопредѣленные коэфиціенты въ общей формулѣ

$$\text{IX} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad a = A . t + B . t^3 + C . t^5$$

будетъ

$$a_1 = A + B + C \qquad a_1 = A + B + C \qquad (a_2 - a_1) - a_1 = 6B + 30C$$

$$a_2 = 2A + 8B + 32C \qquad a_2 - a_1 = A + 7B + 31C \qquad \frac{(a_3 - a_2) - (a_2 - a_1)}{2} = 6B + 90C$$

$$a_3 = 3A + 27B + 243C \qquad a_3 - a_3 = A + 19B + 211C$$

$$\frac{(a_3 - a_2) - (a_2 - a_1)}{2} - [(a_2 - a_1) - a_1] = 60C$$

Получивъ изъ послѣдняго уравненія коэфиціентъ C и вставляя его послѣдовательно въ предъидущія уравненія, опредѣлимъ всѣ три коэфиціента A, B и C.

Формула IX представляетъ азимуты Луны безъ всякихъ поправокъ, о которыхъ говорено выше; присоединяя эти поправочные члены (VIII), и прилагая поправочные члены съ первою степенью t непосредственно къ члену At, получимъ интерполяціонную формулу въ видѣ:

$$a = A_0 . t + B . t^3 + C . t^5 + Dt^2$$

гдѣ

$$A_0 = A + \lambda \,.\, \sin a_3 \,.\, R \,.\, \sec h_3 + \cos \delta \,.\, \cos q \,.\, \sec h \,.\, \Delta t$$
$$D = \sin q_3 \,.\, \sec h_3 \,.\, (\Delta\delta) + (R \,.\, \sec h_3 - R \,.\, \sec h_0)$$

Здѣсь за единицу t принято, какъ и прежде, 16 минутъ звѣзднаго времени, между тѣмъ, изъ наблюденій, t получается въ минутахъ и секундахъ звѣзднаго времени, поэтому, желая измѣнить единицу аргумента t, и получить притомъ непосредственно логариѳмы коэфиціентовъ, нужно придать къ логариѳмамъ A_0, B, C и D постоянныя

7,017 7288   1,053 186   5,088 64   4,035 46

которые суть дополненія $\lg 960$, $\lg 960^3$, $\lg 960^5$ и $\lg 960^2$ (такъ какъ $16^m = 960^s$). Тогда получаемъ наконецъ интерполяціонную формулу въ ея окончательномъ видѣ, именно:

$$a = [\;]\, t + [\;]\, t^3 + [\;]\, t^5 + [\;]\, t^2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{X}$$

гдѣ знакъ [ ] изображаетъ логариѳмъ соотвѣтствующаго коэфиціента.

Вторая часть работы, вычисленіе наблюденныхъ азимутовъ по формулѣ X не представляетъ уже никакого затрудненія. Найдя время кульминаціи Луны по хронометру вычитаніемъ поправки хронометра изъ звѣзднаго времени кульминаціи Луны на мѣстѣ наблюденія (Æ☾) и вычитая время кульминаціи изъ времени каждаго наблюденія, получимъ часовые углы наблюденій Луны t. Вычисливъ $\lg t$, $\lg t^2$, $\lg t^3$ и $\lg t^5$ (что весьма просто и гарантировано контролемъ $2 \lg t^5 = 10 \lg t$) и придавъ къ нимъ логариѳмы соотвѣтствующихъ коэфиціентовъ найдемъ, послѣ сложенія членовъ, искомые азимуты. Чтобы получить окончательные азимуты края Луны остается прибавить къ нимъ постоянное $\pm R . \sec h_0$, гдѣ знакъ $+$ берется при наблюденіи I края Луны, а — при наблюденіи II края *).

Примѣръ. ♀ 3 Октября 1884.

$\varphi = 59° 46' 20''$ $L = +2^h\, 1^m\, 18^s{,}67$

Поправка хронометра $u = -3^s{,}42$ Коллим. ош. $c = +12''{,}32$ Мѣсто мер. $89° 59' 54''{,}91$

А. Опредѣленіе момента кульминаціи центра Луны для мѣста наблюденія и соотвѣтствующихъ этому моменту прямаго восхожденія и склоненія Луны съ ихъ десятиминутными перемѣнами.

Зв. вр. въ ср. полдень $= 12^h 50^m 22^s{,}42$ $\alpha = 23^h 47^m 58^s{,}02 + 22^s{,}127\, t + 0^s{,}0020\, t^2$ $\lg 311^s{,}7806 = {}_n2{,}493847$

$9^h = 9 \;\; 1 \;\; 28{,}71$ $s = 23 \;\; 53 \;\; 9{,}80 + 601{,}643\, t$ $\lg 579{,}516 = 2{,}763065$

$\lg t = {}_n9{,}730782$

$$-5^m\, 11^s{,}78 = 579^s{,}516\, t - 0^s{,}0020\, t^2$$
$$\delta = +0° \; 21' \; 8''{,}9 + 110''{,}16\, t + 0''{,}007\, t^2$$
$$Æ☾ = 23^h\, 47^m\, 46^s{,}116 + 22^s{,}125\, t$$
$$\delta☾ = +0° \; 20' \; 9''{,}64 + 110''{,}152\, t$$

---

*) Около полнолуній можно наблюдать прохожденія обоихъ краевъ Луны; требуя только немного больше времени, такія наблюденія дадутъ результатъ, соотвѣтствующій двумъ самостоятельнымъ наблюденіямъ; вычислительная же работа увеличивается весьма незначительно. Имѣя въ виду меньшую точность наблюденій на неполномъ краѣ Луны то, что такія наблюденія возможны вообще, только не болѣе, какъ однѣ или двое сутокъ до или послѣ полнолунія, можно, при вычисленіи радіуса неполнаго края, довольствоваться упрощенными формулами:

$$\sin x = \cos D \,.\, \sin(\alpha - A)$$
$$R_1 = R \,.\, \cos x$$

гдѣ α — прямое восхожденіе Луны, A и D — прямое восхожденіе и склоненіе Солнца, R — радіусъ полнаго и R_1 — радіусъ неполнаго края Луны.

B. Вычисленіе азимутовъ Луны для трехъ кратныхъ моментовъ.

$$22^s{,}125\ t = 22^s{,}064\ t^*$$
$$4° - 24 \,.\, 22^s{,}064 = 3°\ 51'\ 10'' + 0'',464$$

$\sin\delta = 7{,}768\ 227$ $\qquad \sin\varphi \,.\, \cos\delta = 9{,}936\ 522$

$\cos\delta = 9{,}999\ 993$ $\qquad \cos\varphi \,.\, \sin\delta = 7{,}470\ 174$

t	3° 51′ 10″	7° 42′ 20″	11° 33′ 30″
$\sin\varphi . \cos\delta . \cos t$	9,935 539	9,932 583	9,927 625
Δ	9,998 510	9,998 500	9,998 483
arg	2,465 365	2,462 409	2,457 451
$\cos h . \sin$ ■ $= \cos\delta . \sin t$	8,827 317	9,127 364	9,301 816
$\sin a$	8,891 944	9,190 984	9,363 790
$\cos h . \cos a$	9,934 049	9,931 083	9,926 108
cos ■	9,998 676	9,994 703	9,988 082
$\sec h$	0,064 627	0,063 620	0,061 974
$\sin q$	—	—	9,065 744
$\operatorname{tg} a$	8,893 268	9,196 281	9,375 708
■	4°28′ 19″,41	8°55′ 49″,12	13°21′ 41″,51

C. Вычисленіе поправокъ азимутовъ Луны.

а) $\lg \lambda = 7{,}5509$
$\lg \sin a_3 = 9{,}3638$
$\lg R . \sec h_3 = 3{,}0450$
$\lg \pi = 9{,}9597$

б) $\Delta t = +0'',464$
$\lg \Delta t = 9{,}6435$
$\lg \cos\delta . \sec h_3 = 0{,}0620$
$\lg \cos q_3 = 9{,}9970$
$\lg$ попранки $\Delta t = 9{,}7025$

в) $\lg \sin q_3 . \sec h_3 = 9{,}12772$
$\lg \Delta\delta = 2{,}04199$
$\lg \frac{16}{30} \cdot \frac{365}{366} = 9{,}72581$
$\lg \sin q_3 . \sec h_3 (\Delta\delta) = 0{,}89552$

г) $h_0 = 30°33'49'',6$
$R = 16'\ 1'',60$
$\lg R . \sec h_3 = 3{,}044968$
$\lg R . \sec h_0 = 3{,}047959$
$R . \sec h_3 = 18'\ 29'',09$
$R . \sec h_0 = 18\ \ 36{,}76$
$^1/_9$ разн. $= -0'',852$

Составленіе интерполяціонной формулы.

$A + B + C = 4°28'\ 19'',41$ $\qquad 6B + 30C = -49'',70$ $\qquad A = 4°\ 28'\ 27'',76$

$A + 7B + 31C = 4\ \ 27\ \ 29{,}71$ $\qquad 6B + 90C = -48{,}66$ $\qquad B = -8{,}370$

$A + 19B + 211C = 4\ \ 25\ \ 52{,}39$ $\qquad 60C = +1{,}04$ $\qquad C = +0{,}0173$

$$A_0 = 4°\ 28'\ 27'',76 + 0'',911 + 0'',504 = 4°\ 28'\ 29'',18$$
$$D = +7'',862 - 0'',852 = +7'',010$$

■ $= 4°\ 28'\ 29'',18\ t - 8'',370\ t^3 + 0'',0173\ t^5 + 7'',010\ t^2$

4,207 0734 $\quad {}_n0{,}922\ 725 \quad$ 8,23805 $\quad$ 0,84772

$$a = [1{,}224\ 8022]\ t + [{}_n1{,}975\ 911]\ t^3 + [3{,}32669]\ t^5 + [4{,}8832]\ t^2$$

Вычисленіе наблюденныхъ азимутовъ.

	O	W	W	O	O	W	W	O
t	—33ᵐ9ˢ,02	—27ᵐ16ˢ,11	—20ᵐ12ˢ,23	—14ᵐ37ˢ,67	+11ᵐ50ˢ,23	+18ᵐ15ˢ,18	+24ᵐ55ˢ,74	+31ᵐ23ˢ,72
$\lg t$	3,298 6392	3,213 8125	3,083 5850	2,943 3313	2,851 3990	3,039 4855	3,174 8561	3,275 0163
$\lg t^2$	6,597 2784	6,427 6250	6,167 1700	5,886 6626	5,702 7980	6,078 9710	6,349 7122	6,550 0326
$\lg t^3$	9,895 9176	9,641 4375	9,250 7550	8,829 9939	8,554 1970	9,118 4565	9,524 5683	9,825 0489
$\lg t^5$	6,493 1960	6,069 0625	5,417 9250	4,716 6565	4,256 9950	5,197 4275	5,874 2805	6,375 0815
$\lg A_0 t$	4,523 4414	4,438 6147	4,308 3872	4,168 1335	4,076 2012	4,264 2877	4,399 6583	4,499 8185
$\lg Bt^3$	1,8718	1,6173	1,2267	0,8059	0,5301	1,0944	1,5005	1,8010
$\lg Ct^5$	9,8199	9,3958	8,7446	8,0433	7,5837	8,5241	9,2010	9,7018
$\lg Dt^2$	1,4805	1,3108	1,0504	0,7699	0,5860	0,9622	1,2329	1,4332

	O	W	W	O	O	W	W	O
$A_0 t$	−9°16′16″,55	−7°37′34″,58	−5°39′ 1″,70	−4° 5′27″,65	+3°18′37″,94	+5° 6′17″,56	+6°58′19″,11	+8°46′49″,56
Bt^3	+1 14,44	+41,43	+16,86	+6,40	−3,39	−12,43	−31,66	−1 3,24
Ct^5	− 0,66	− 0,25	− 0,06	−0,01	+0,00	+ 0,03	+ 0,16	+ 0,50
Dt^2	+30,23	+20,45	+11,23	+5,89	+3,85	+ 9,16	+17,10	+27,11
$+R \sec h = 18'36'',76$	....	....	....	....	....	....	....	....
Вычисл. азимутъ	−8 55 55,78	−7 17 56,19	−5 19 56,91	−3 46 38,61	+3 37 15,16	+5 24 51,08	+7 16 41,47	+9 4 50,69

Наблюденные азимуты.

Отсчетъ на кругѣ	261° 3′46″,30	82°42′13″,25	84°40′12″,37	266°13′ 8″,05	273°37′ 1″,50	95°25′ 3″,77	97°16′55″,27	279° 4′38″,60
$c \sec h$	+14,15	−14,17	−14,18	+14,19	+14,19	−14,18	−14,17	+14,15
$i \operatorname{tg} h$	− 2,27	+ 0,23	+ 0,15	− 2,99	− 3,22	0,00	+ 0,38	− 2,73
Исправл. отсчетъ	261 3 58,18	82 41 59,31	84 39 58,34	266 13 19,25	273 37 12,47	95 24 49,59	97 16 41,48	279 4 50,02
Мѣсто меридіана =	89 59 54,91	....	....	....	....	....	....	....
Набл. азимутъ	−8 55 56,73	−7 17 55,60	−5 19 56,57	−3 46 35,66	+3 37 17,56	+5 24 54,68	+7 16 46,57	+9 4 55,11
Набл.— вычисл.	−0,95	+0,59	+0,34	+2,95	+2,40	+3,60	+5,10	+4,42

W	+0″,46	+4″,35
O	+ 1,00	+ 3,41
Въ среднемъ..................	+0″,73	+3″,88

30. Сравненіе азимутовъ Луны, наблюденныхъ и вычисленныхъ, даетъ все необходимое, для вывода долготы мѣста наблюденія. Если первоначально принятая долгота довольно близка къ истинной, то опредѣленіе ея поправки дѣлается съ достаточною точностью помощью дифференціальной формулы, выражающей зависимость поправки азимута отъ поправокъ въ долготѣ и широтѣ мѣста наблюденія и табличныхъ данныхъ Луны, т. е. ея прямаго восхожденія, склоненія, радіуса и параллакса. Имѣя ряды наблюденій азимутовъ Луны останется лишь вставить, въ такую формулу, числовыя данныя и рѣшить полученную систему линейныхъ уравненій по способу наименьшихъ квадратовъ.

Называя черезъ ΔA, ΔL, Δu... принятыя или искомыя поправки величинъ A, L, u... имѣемъ:

$$\Delta A . \sin z = 15 . \cos \delta . \cos q \left[(\Delta L - \Delta u) \frac{\lambda}{601{,}643} - \Delta \alpha \right] + \sin q . \Delta \delta \pm \Delta R -$$

$$- \sin a . \cos z . \Delta \varphi + \rho (\varphi - \varphi') . \sin 1'' . \sin a . \Delta \pi$$

Первый членъ этой формулы заключаетъ подъ однимъ знакомъ поправки: долготы мѣста наблюденія ΔL, поправки хронометра Δu и прямаго восхожденія Луны $\Delta \alpha$, и потому отдѣлить эти поправки одну отъ другой невозможно. Въ большинствѣ случаевъ путешествующему астроному прійдется принимать поправку хронометра и прямое восхожденіе Луны за точно извѣстныя и тогда легко будетъ опредѣлить поправку, принятой первоначально, долготы мѣста наблюденія.

Произведенныя мною въ Пулковѣ, въ 1884 году, ряды наблюденій лунныхъ азимутовъ дали возможность составить понятіе о точности получаемыхъ результатовъ. Именно получено:

Вѣроятная ошибка опредѣленія долготы изъ 8 азимутовъ судя по согласію послѣдовательныхъ азимутовъ между собою .... ± 0ˢ,51

Вѣроятная ошибка опредѣленія долготы изъ 8 азимутовъ по согласію наблюденій, произведенныхъ въ разное время на одномъ мѣстѣ......... ± 1ˢ,29

V.

Опредѣленіе широты вблизи 1-го вертикала.

31. Опредѣленіе широты пассажнымъ инструментомъ, установленнымъ въ 1-мъ вертикалѣ, предусмотрѣнное впервые Рёмеромъ и предложенное и окончательно выработанное Бесселемъ, считается въ настоящее время самымъ точнымъ способомъ опредѣленія широты. Тѣмъ не менѣе, на практикѣ, особенно для путешествующаго астронома, способъ этотъ представляетъ много затрудненій, заключающихся, главнымъ образомъ, въ невозможности найти подходящія звѣзды. Дѣйствительно, выбирая звѣзды проходящія черезъ 1-ый вертикалъ даже въ значительномъ удаленіи отъ зенита, необходимо отыскать, вообще говоря, четыре звѣзды, склоненія которыхъ были бы меньше опредѣляемой широты на величину, не превышающую 4—5°, и чтобы времена ихъ прохожденій черезъ 1-ый вертикалъ слѣдовали въ извѣстномъ порядкѣ. Найти группу такихъ звѣздъ въ числѣ тѣхъ, видимыя мѣста которыхъ даются въ Berliner Astronomisches Jahrbuch, почти неисполнимо; между тѣмъ брать другія звѣзды, меньшей яркости, не всегда возможно. Не говоря уже объ излишнемъ трудѣ, сопряженномъ съ вычисленіемъ ихъ видимыхъ мѣстъ, такія звѣзды могутъ быть невидимы, частью по недостаточной оптической силѣ переносныхъ пассажныхъ инструментовъ, частью потому, что у насъ, въ сѣверной полосѣ Россіи, лѣтомъ, когда именно производятся геодезическія и астрономическія работы въ полѣ, небо, по причинѣ свѣтлыхъ ночей, не допускаетъ возможности пользоваться звѣздами слабѣе 5—6 величины. Къ тому же, значительные и неравномѣрные промежутки времени, которые необходимо допускать между наблюденіями четырехъ выбранныхъ звѣздъ, не позволяютъ разсчитывать на постоянство инструмента, условіе, безъ котораго нельзя надѣяться на точность получаемыхъ результатовъ.

Эти затрудненія при опредѣленіи широты въ 1-мъ вертикалѣ дали мысль В. К. Деллену предложить способъ опредѣленія широты пассажнымъ инструментомъ, поставленнымъ вблизи 1-го вертикала. Въ этомъ способѣ, дающемъ точность, нисколько не уступающую точности опредѣленія широты въ самомъ 1-мъ вертикалѣ, достаточно имѣть только одну звѣзду, которой склоненіе должно быть больше опредѣляемой широты въ предѣлахъ 4—100′. Выборъ одной такой звѣзды, даже между, такъ называемыми, главными звѣздами не представляетъ уже затрудненій, а опасеніе, что въ получаемую широту войдетъ цѣликомъ ошибка склоненія такой звѣзды, при извѣстной въ настоящее время точности положенія главныхъ звѣздъ, не имѣетъ серьезнаго основанія. Мало того, способъ этотъ имѣетъ и несомнѣнныя преимущества передъ способомъ въ 1-мъ вертикалѣ, заключающіяся въ симметріи и быстротѣ самыхъ наблюденій и въ исключеніи вліянія коллимаціонной ошибки, которая только въ этомъ способѣ исключается

дѣйствительно вполнѣ, между тѣмъ какъ въ 1-мъ вертикалѣ, наблюдая четыре звѣзды послѣдовательно въ различныхъ зенитныхъ разстояніяхъ, она исключается только при извѣстныхъ предположеніяхъ.

Сущность способа опредѣленія широты вблизи 1-го вертикала заключается въ слѣдующемъ: звѣзду, со склоненіемъ немного бо̀льшимъ опредѣляемой широты наблюдаютъ (помощью микрометра) на ея суточной параллели въ четырехъ разныхъ вертикалахъ, симметрично расположенныхъ относительно меридіана (чертежъ № 12). Положеніе этихъ вертикаловъ опредѣляется или отсчетомъ микроскоповъ на горизонтальномъ кругѣ инструмента, или наблюденіемъ прохожденій черезъ эти вертикалы какой нибудь звѣзды, значительно удаленной отъ зенита. Наблюденія въ четырехъ вертикалахъ, при различныхъ положеніяхъ инструмента, какъ будетъ показано ниже, даютъ возможность исключать вліянія ошибокъ въ приближенно принятыхъ коллимаціонной ошибкѣ и поправкѣ хронометра и среднее изъ полученныхъ четырехъ широтъ даетъ результатъ, не зависящій отъ ошибокъ не только въ этихъ двухъ величинахъ, но и ошибокъ въ микрометрическомъ винтѣ.

32. Вышеприведенные предѣлы разности $\delta - \varphi$ $(4' - 100')$ допускаемые въ излагаемомъ способѣ опредѣленія широты получены на основаніи нижеслѣдующихъ соображеній.

Вертикалы I и II, а также III и IV (чертежъ № 12) должны быть избраны такъ, чтобы соотвѣтствующія имъ предѣльныя разстоянія большаго круга инструмента отъ суточной параллели звѣзды k_1 и k_2 давали возможность наблюдать звѣзду еще въ предѣлахъ передвиженія микрометрическаго винта въ микрометрѣ окуляра *). Этотъ предѣлъ передвиженія винта опредѣляетъ maximum возможнаго взаимнаго удаленія этихъ вертикаловъ. Удаленіе этихъ вертикаловъ, въ каждомъ частномъ случаѣ, опредѣляется условіемъ, чтобы разность соотвѣтствующихъ имъ часовыхъ угловъ была достаточна не только для наблюденій зенитной звѣзды, но и для отсчета круга или (если инструментъ не имѣетъ точно-дѣленнаго горизонтальнаго круга) наблюденія прохожденія звѣзды, удаленной отъ зенита. Изъ чертежа № 13 видно, что съ увеличеніемъ разности $\delta - \varphi$ (ZS) maximum $k_1 + k_2$ будетъ соотвѣтствовать все меньшей и меньшей разности часовыхъ угловъ $\theta_1 - \theta_2$. Принимая за minimum этой разности 10^m, меньше чего недостаточно уже для наблюденій, легко найти наибольшій предѣлъ $\delta - \varphi$, который при данной широтѣ можетъ еще быть употребленъ въ излагаемомъ способѣ.

Изъ треугольника ZPS (чертежъ № 14) имѣемъ:

$$\operatorname{tg} \psi \,.\, \cos \theta = \operatorname{tg} \varphi \qquad \text{I}$$

Принимая φ постояннымъ и дифференцируя эту формулу получимъ

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta\psi} = \frac{\cos\theta}{\cos^2\psi \,.\, \operatorname{tg}\psi \,.\, \sin\theta} = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\sin^2\psi \,.\, \sin\theta}$$

Принимая здѣсь приближенно $\sin^2\psi = \sin^2\varphi$ будетъ

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta\psi} = \frac{2}{\sin 2\varphi \,.\, \sin\theta} \qquad \text{II}$$

*) Въ инструментахъ Гербста этотъ предѣлъ есть около 12′.

Выше были приняты, какъ предѣльныя значенія, $\Delta\theta = 10^m = 150'$ и $\Delta\psi = k_1 + k_2 = 25'$. Подставляя это въ формулу II будетъ

$$\text{III} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \sin\theta = \frac{1}{3\sin 2\varphi}$$

гдѣ θ представляетъ уголъ среднiй между θ_1 и θ_2.

Такъ какъ ψ близко къ склоненію наблюдаемой звѣзды, то можно приближенно написать

$$\text{IV} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{tg}\delta = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\cos\theta}$$

Подставляя въ формулы III и IV разныя φ получимъ соотвѣтствующія имъ предѣльныя θ, δ а слѣдовательно и $\delta - \varphi$; именно:

	φ	30°	45°	60°
	θ	22° 38',3	19° 28',3	22° 38',3
	δ	32 1,7	46 41,1	61 56,9
Maximum	$\delta - \varphi$	2 1,7	1 41,1	1 56,9

Наименьшая разность $\delta - \varphi$ опредѣляется условіемъ, чтобы между наблюденіями въ вертикалахъ II и III можно было бы успѣть переставить инструментъ; необходимое здѣсь время должно быть принято тоже, что принято выше за наименьшее время, между наблюденіями въ вертикалахъ I и II, т. е. $2\theta_2 = 10^m$ и $\theta_2 = 5^m$. Понятно, что изъ всѣхъ звѣздъ, наблюдаемыхъ въ вертикалѣ II при часовомъ углѣ θ_2 (чертежъ № 15) звѣзда съ наименьшею разностью $\delta - \varphi$ будетъ та, которая удалена отъ вертикала II лишь на столько, сколько необходимо для перехода отъ наблюденій въ вертикалѣ I къ наблюденіямъ въ вертикалѣ II; другими словами, въ этомъ случаѣ не только $\theta_2 = 5^m$, но еще и $\theta_1 - \theta_2$ есть наименьшее, именно 10^m. Написавъ формулу II въ видѣ

$$\Delta\psi = \frac{\Delta\theta}{2} \cdot \sin 2\varphi \cdot \sin\theta$$

вставляя значенія

$$\Delta\theta = 10^m = 150'$$

$$\theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} = \frac{5^m + 15^m}{2} = 150'$$

и примѣняя снова формулу IV получимъ для

	φ	30°	45°	60°
	$\Delta\psi$	2',8	3',3	2',8
	$(\delta - \Delta\psi)$	30° 1,4	45° 1,6	60° 1,4
Minimum	$\delta - \varphi$	4,2	4,9	4,2

У предѣльныхъ $\delta - \varphi$ группировка наблюденій будетъ различная; именно въ первомъ случаѣ (наибольшее $\delta - \varphi$) четыре наблюденія зенитной звѣзды будутъ разбиты на двѣ группы,

между которыми будетъ промежутокъ около $2\frac{1}{2}$ часовъ, между тѣмъ какъ во второмъ случаѣ (наименьшее $\delta - \varphi$) всѣ четыре наблюденія зенитной звѣзды слѣдуютъ другъ за другомъ непосредственно. Въ первомъ случаѣ, вспомогательныя наблюденія: опредѣленіе мѣста меридіана на горизонтальномъ кругѣ и поправки хронометра будутъ заключаться между наблюденіями зенитной звѣзды; во второмъ же они будутъ охватывать наблюденія зенитной звѣзды. Понятно, что наблюденія звѣздъ съ предѣльными $\delta - \varphi$, хотя вполнѣ возможны, вообще говоря, не желательны. Выгоднѣе и цѣлесообразнѣе имѣть возможность опредѣлять мѣсто меридіана и поправку хронометра въ теченіи наблюденій три раза: въ началѣ, въ серединѣ между двумя группами и въ концѣ. Это и будетъ достигнуто, когда разность $\delta - \varphi$ будетъ составлять нѣчто среднее между $1°40'$ и $4'$.

Выведенные предѣлы $\delta - \varphi$, между которыми можно съ удобствомъ пользоваться излагаемымъ способомъ, настолько значительны, что всегда можно разсчитывать найти подходящую звѣзду. Лучшимъ доказательствомъ этого можетъ служить нижеслѣдующій списокъ звѣздъ, расположенныхъ по ихъ склоненіямъ отъ $\delta = 30°$ до $\delta = 70°$ (для всѣхъ широтъ въ Россіи), по яркости удобныхъ для наблюденія переноснымъ пассажнымъ инструментомъ, и видимыя мѣста которыхъ даются въ Berliner Astronomisches Jahrbuch.

СПИСОКЪ ЗВѢЗДЪ

для опредѣленія широты вблизи 1-го вертикала.

Эпоха 1885,0.

Наименованіе.	Величина.	Прямое восх.	Склоненіе.	Наименованіе.	Величина.	Прямое восх.	Склоненіе.
δ Andromedae	3,3	$0^h33^m11^s$	30°13′54″	ξ Persei	4,0	$3^h51^h30^s$	35°27′33″
ρ Bootis	3,6	14 26 52	30 52 36	λ Cygni	4,6	20 42 56	36 4 7
ε Herculis	3,3	16 55 54	31 5 47	10 Leon. min.	4,8	9 27 11	36 54 27
42 Leon. min.	5,0	10 39 28	31 17 16	π Herculis	3,1	17 11 3	36 56 21
ζ Persei	3,0	3 46 54	31 32 28	θ Aurigae	3,0	5 51 53	37 12 12
ρ Geminorum	4,8	7 21 43	32 0 43	θ Draconis	4,0	17 52 19	37 15 59
α Geminorum	2,3—3,3	7 27 15	32 8 22	31 Leon. min.	4,3	10 21 14	37 17 46
γ Lyrae	3,3	18 54 38	32 31 57	17 H. Can. ven.	5,5	13 29 40	37 46 19
π Pegasi	4,2	22 4 53	32 36 51	μ Bootis	3,8	15 20 9	37 46 51
ι Aurigae	3.0	4 49 30	32 58 58	μ Andromedae	4,0	0 50 22	37 52 31
π Andromedae	4.0	0 30 44	33 5 10	θ Lyrae	4.3	19 12 23	37 55 46
β Lyrae	3,4—4,5	18 45 50	33 13 47	61 Cygni pr.	5,7	21 1 44	38 11 3
ε Cygni	2,6	20 41 34	33 32 24	μ Aurigae	5,6	5 5 34	38 20 49
π Geminorum	6,0	7 40 5	33 41 49	ρ Persei	3,4—4,2	2 57 49	38 23 38
ν Ursae maj.	3,3	11 12 16	33 43 18	10 Lacerta	5,0	22 34 6	38 27 7
δ Bootis	3,0	15 10 52	33 44 40	α Lyrae	1	18 33 3	38 40 38
θ Geminorum	3,3	6 45 13	34 5 55	γ Bootis	2,9	14 27 27	38 48 42
β Trianguli	3,0	2 2 42	34 26 34	12 Can. ven. sq.	2,9	12 50 39	38 56 23
40 Lyncis	3,3	9 14 3	34 52 41	η Herculis	3.1	16 38 57	39 8 30
β Andromedae	2,3	1 3 18	35 0 38	63 Aurigae	5,0	7 3 45	39 30 25

Наименованіе.	Величина.	Прямое восх.	Склоненіе.
ε Persei	3,3	$3^h 50^m 8^s$	39°40′35″
γ Cygni	2,4	20 18 6	39 53 21
74 Cygni	5,0	21 32 20	39 53 49
β Persei	2,2—3,7	3 0 41	40 30 42
ν Cygni	4,0	20 52 53	40 43 29
β Bootis	3,0	14 57 37	40 50 41
η Aurigae	3,6	4 58 27	41 4 40
ν′ Bootis	4,5	15 26 48	41 13 32
ο Andromedae	3,6	22 56 38	41 42 29
γ Andromedae	2,4	1 56 51	41 46 38
8 Can. ven.	4,3	12 28 17	41 58 57
μ Urs. maj.	3,0	10 15 29	42 4 39
ν Persei	4,0	3 37 23	42 12 51
10 Urs. maj.	4,0	8 53 10	42 14 14
ι Andromedae	4,0	23 32 30	42 37 53
σ Herculis	4,1	16 30 21	42 40 29
λ Urs. maj.	3,3	10 10 10	43 29 17
31 Lyncis	5,0	8 14 58	43 33 21
ε Aurigae	3,0—4,5	4 53 43	43 39 6
R Lyrae	4,3—4,6	18 51 50	43 47 42
δ Cygni	2,8	19 41 23	44 51 2
α Cygni	1,6	20 37 31	44 52 11
β Aurigae	2,0	5 51 6	44 56 3
ψ Urs. maj.	3,1	11 3 12	45 7 20
α Aurigae	1	5 8 12	45 52 46
ι Herculis	3,3	17 36 13	46 4 5
ο′ sq. Cygni	4,5	20 10 1	46 23 34
τ Herculis	3,3	16 16 17	46 35 16
λ Bootis	4,0	14 12 1	46 37 0
c Persei	4,0	4 0 19	47 24 15
δ Persei	3,1	3 34 44	47 25 7
κ Urs. maj.	3,3	8 55 46	47 36 37
ο Cassiopejae	5,0	0 38 19	47 39 17
υ Persei	3,6	1 30 56	48 2 42
χ Urs. maj.	3,8	11 39 59	48 25 1
ι Urs. maj.	3,0	8 51 20	48 29 32
θ Persei	4,0	2 36 21	48 44 28
π² Cygni	4,3	21 42 33	48 46 40
ψ′ Aurigae	5,1	6 16 2	49 20 42
α Persei	2,0	3 16 7	49 27 3
7 Lacerta	4,0	22 26 33	49 41 29
[illegible] Aurigae	5,8	5 36 59	49 46 28
η Urs. maj.	2,0	13 43 1	49 53 15
θ Cygni	4,6	19 33 21	49 57 19
φ Persei	4,0	1 36 27	50 6 32
ι Cygni	4,1	19 26 48	51 29 6
γ Draconis	2,3	17 53 56	51 30 10
3 Lacerta	4.4	22 19 2	51 39 11
27 Lyncis	4,6	7 59 48	51 50 13
ψ Cygni	5,2	19 52 39	52 8 2
θ Urs. maj.	3,0	9 25 10	52 12 2
τ Persei	4,0	2 46 6	52 17 27
θ Bootis	3,8	14 21 17	52 22 58
β Draconis	2,6	17 27 50	52 23 13
γ Persei	3,0	2 56 28	53 3 18
κ Cygni	4,0	19 14 27	53 9 24
ζ Cassiopejae	4,0	0 30 34	53 15 50
δ Aurigae	4,1	5 50 3	54 16 27
γ Urs. maj.	2,3	11 47 47	54 20 3
19 Lyncis sq.	5,1	7 13 29	55 29 48
ζ Urs. maj. pr.	2,1	$13^h 19^m 18^s$	55°31′34″
α Cassiopejae	2,2—2,8	0 33 59	55 54 23
Br. 3077	6,0	23 7 45	56 32 0
4 Camelopard.	5,8	4 38 26	56 33 5
36 Urs. maj.	5,0	10 23 16	56 34 11
ε Urs. maj.	2,0	12 48 58	56 35 2
ξ Draconis	3,3	17 51 33	56 53 27
Gr. 2377	5,0	16 43 7	56 59 15
β Urs. maj.	2,3	10 54 54	56 59 55
ζ Cephei	3,4	22 6 52	57 38 4
δ Urs. maj.	3,4	12 9 44	57 40 18
β Cassiopejae	2,1	0 3 3	58 30 55
15 Lyncis	4,7	6 47 19	58 34 19
b Draconis	5,1	18 22 14	58 44 3
θ Draconis	3,6	15 59 44	58 52 22
24 Lyncis	5,1	7 33 16	58 58 40
[illegible] Draconis	4,6	18 49 30	59 14 53
ι Draconis	3,0	15 22 22	59 22 9
2 H. Camelop.	4,6	3 19 46	59 32 18
υ Urs. maj.	3,6	9 42 48	59 34 45
δ Cassiopejae	2,8	1 18 18	59 38 14
Gr. 2164	5,8	14 48 31	59 45 42
γ Cassiopejae	2,0	0 49 46	60 5 37
10 Camelopard.	4,0	4 53 12	60 16 21
69 H. Urs. maj.	5,3	13 24 14	60 32 24
9 H. Camelop.	6,0	3 47 20	60 46 14
ο Urs. maj.	3,3	8 20 42	61 6 5
η Cephei	3,6	20 42 57	61 23 32
8 Lyncis	6,0	6 27 11	61 34 50
4 Cassiopejae	5,8	23 19 44	61 39 5
η Draconis	2,6	16 22 26	61 46 29
α Cephei	2,6	21 15 50	62 5 54
20 Cephei	5,8	22 1 31	62 13 29
α Urs. maj.	2,0	10 56 37	62 22 18
θ Cephei	4,0	20 27 39	62 36 28
17 Camelopard.	6,0	5 19 19	62 58 9
ε Cassiopejae	3,3	1 46 8	63 6 11
76 Urs. maj.	6,0	12 36 32	63 20 40
h Urs. maj.	3,3	9 22 27	63 33 50
α Draconis	3,3	14 1 17	64 55 33
ι Cephei	3,4	22 45 35	65 35 44
ζ Draconis	3,0	17 8 27	65 51 23
8 Draconis	5,0	12 50 54	66 3 45
9 Camelopard.	4,3	4 42 37	66 8 44
30 H. Urs. maj.	5,0	10 15 50	66 8 51
41 H. Cephei	5.6	23 42 25	67 10 4
3 Draconis	5,3	11 36 3	67 22 53
δ Draconis	3,0	19 12 32	67 27 33
σ² Urs. maj.	5,0	9 0 16	67 36 1
1 H. Urs. min.	5,3	15 13 19	67 47 1
Gr. 1308	6,0	7 18 54	68 41 55
ω Draconis	5,0	17 37 37	68 48 39
A Draconis	5,0	16 28 13	69 1 1
22 H. Camelop.	4,6	6 6 10	69 21 29
λ Draconis	3,3	11 24 34	69 57 56
ε Draconis	3,8	19 48 38	69 58 30
β Cephei	3,0	21 27 10	70 3 21
d Urs. maj.	4,6	9 24 18	70 20 6
κ Draconis	3,3	12 28 34	70 25 20
5 H. Camelopard.	4,3	3 38 14	70 58 34

Изъ этого списка, заключающаго на 40° по склоненію 160 звѣздъ видно, что, въ среднемъ выводѣ, на каждый градусъ склоненія приходится по 4 звѣзды Это даетъ широкій просторъ не только къ отысканію, для каждой данной широты, подходящей звѣзды но и къ выбору удобнаго времени для наблюденій.

33. Данныя, необходимыя для наблюденій: приближенныя звѣздныя времена, азимуты и зенитныя разстоянія во всѣхъ четырехъ положеніяхъ инструмента вычисляются заранѣе. Зная приближенно широту мѣста наблюденія, прежде всего выбираютъ звѣзду и опредѣляютъ то $\Delta\psi = k_1 + k_2$, которое даетъ время Δt, достаточное для наблюденій и переложенія инструмента между положеніями I и II, и между III и IV *). Это $\Delta\psi$ вычисляется по выше приведеннымъ уже формуламъ:

$$\cos \theta = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \delta}$$

$$\Delta\psi = \frac{\Delta\theta}{2} \cdot \sin 2\varphi \cdot \sin \theta$$

Здѣсь вставляется такое $\Delta\theta$, которое признается достаточнымъ, именно обыкновенно $10^m - 15^m$ $(150' - 225')$. Опредѣливъ сумму $\Delta\psi = k_1 + k_2$ выбираются слагаемыя k_1 и k_2 такъ, чтобы k_1 было немного больше k_2. Вотъ основаніе этого.

Наблюденія зенитной звѣзды заключаются въ рядѣ послѣдовательныхъ наведеній подвижныхъ нитей микрометра на звѣзду, въ теченіи движенія ея по дугамъ ея суточной параллели *aa* и *bb* (чертежъ № 16) въ вертикалахъ инструмента I и II. Отдѣльные отсчеты микрометра приводятся по ниже изложенному способу на свои maxima или minima, которыя суть то, что названо черезъ k_1 и k_2. Очевидно, если бы $k_1 = k_2 = k$, то всѣ отсчеты въ вертикалѣ I были бы соотвѣтственно меньше k, а въ вертикалѣ II больше k. Имѣя въ виду, наблюденіями въ положеніяхъ I и II, исключить не только коллимаціонную ошибку, но еще и ошибку микрометрическаго винта, желательно, чтобы среднее изъ всѣхъ отсчетовъ винта въ положеніи I было по возможности ближе къ среднему изъ отсчетовъ въ положеніи II, а для этого нужно, чтобы само k_1 было больше k_2, ибо k_1 есть maximum, а k_2 — minimum изъ всѣхъ сосѣднихъ отсчетовъ.

Установить теоретически-точно величину разности $k_1 - k_2$ впередъ невозможно; она будетъ зависить не только отъ широты мѣста и склоненія звѣзды, но главнымъ образомъ отъ продолжительности наблюденій въ каждомъ положеніи инструмента. Принимая, въ среднемъ, продолжительность наблюденій въ каждомъ отдѣльномъ положеніи около 6 минутъ получаемъ по формулѣ

$$a_0p_0 - ap = \frac{2 \cdot \sin\psi \cdot \cos\delta}{\sin 1''} \cdot \sin^2\frac{\tau}{2} \text{ **)} \text{ или приближенно } = \frac{\sin 2\varphi}{\sin 1''} \sin^2\frac{\tau}{2}$$

Для широты	φ	30°	45°	60°	$(\tau = 3^m = 45')$
	$a_0p_0 - ap$	7″,6	8″,8	7″,6	

Въ среднемъ $a_0p_0 - ap$ = около 8″

*) Промежутокъ времени между наблюденіями въ положеніяхъ II и III, если только $\delta - \varphi$ больше 4′, будетъ всегда достаточно великъ.

**) Выводъ этой формулы см. § 34.

Чтобы среднее изъ всѣхъ ap было равно среднему изъ всѣхъ bq нужно (приблизительно), чтобы maximum $k_1 = a_0 p_0$ было равно наибольшему изъ всѣхъ bq, а наименьшее изъ всѣхъ ap было равно minimum $k_2 = b_0 q_0$. Т. е. чтобы

$$a_0 p_0 - b_0 q_0 = k_1 - k_2 = 8''$$

Для упрощенія предварительнаго вычисленія всегда достаточно брать всѣ данныя въ круглыхъ десяткахъ секундъ (для избѣжанія интерполяціи въ шестизначныхъ логариѳмическихъ таблицахъ) и потому можно принять за правило брать всегда

$$k_1 - k_2 = 10''$$

Необходимо замѣтить, что при выборѣ величинъ k_1 и k_2 слѣдуетъ обратить еще вниманіе на то, чтобы наведеніямъ подвижныхъ нитей на зенитную звѣзду не мѣшали постоянныя нити въ окулярѣ. Вблизи нитей нельзя такъ точно устанавливать микрометръ какъ вдали отъ нихъ. Особенно надо избѣгать прохожденія звѣзды, черезъ одну изъ неподвижныхъ нитей, въ теченіи самыхъ наблюденій. Въ виду крайней медленности движенія наблюдаемой тутъ звѣзды по азимуту, такое прохожденіе черезъ постоянную нить помѣшало бы производству цѣлаго ряда наведеній микрометромъ. Имѣя разстоянія нитей отъ средней, выраженныя въ дугѣ, всегда легко выбрать величины k_1 и k_2 такъ, чтобы наблюденія зенитной звѣзды пришлись гдѣ нибудь въ промежуткѣ между постоянными нитями. Если бы вычисленныя k вышли весьма близки къ одному изъ разстояній неподвижныхъ нитей, то пришлось бы только нѣсколько измѣнить принятое первоначально Δt.

Получивъ k_1 и k_2 весьма легко вычислить затѣмъ необходимыя данныя для наблюденій. Для обоихъ трехугольниковъ ZPS_1 и ZPS_2 (чертежъ № 17) имѣемъ:

$$\text{V} \ldots\ldots\ldots \begin{cases} \cos a = \cos\psi \,.\, \sec\varphi \\ \cos\zeta = \operatorname{cosec}\psi \,.\, \sin\varphi \\ \cos\theta = \operatorname{cotg}\psi \,.\, \operatorname{tg}\varphi \\ \cos\theta = \cos a \,.\, \cos\zeta \ \text{(контроль)} \end{cases}$$

Такъ какъ углы a, ζ и θ малы, то можетъ показаться невыгоднымъ вычисленіе ихъ по cos; но имѣя въ виду малую точность, требуемую отъ предварительно составляемой программы наблюденій, и облегченіе вычисленія отъ принятія данныхъ, округленныхъ до полныхъ десятковъ секундъ можно, при употребленіи шестизначныхъ логариѳмовъ, вполнѣ довольствоваться этими формулами.

Примѣръ. Составленіе программы для наблюденія звѣзды η Cephei вблизи 1-го вертикала подъ широтою Пулкова.

η Cephei (3,6) для 1881 г.	$\alpha = 20^h\ 43^m{,}0$	$\varphi = 59°46'20''$	$\theta = 20°\ 38'\ 10''$
	$\delta = 61°\ 23'\ 50''$	$2\varphi = 119\ 32\ 40$	$\Delta t = 10^m = 150'$
			$k_1 + k_2 = \Delta\psi = 23'{,}0$

$k_1 = 0°11'40''$	$\psi_1 = 61°35'30''$	$\lg \cos \psi_1 = 9{,}677\ 381$	$\lg \operatorname{cosec} \psi_1 = 0{,}055\ 725$	$\lg \operatorname{cotg} \psi_1 = 9{,}733\ 106$
$\delta = 61\ 23\ 50$	$\varphi = 59\ 46\ 20$	$\lg \sec \varphi = 0{,}293\ 053$	$\lg \sin \varphi = 9{,}936\ 529$	$\lg \operatorname{tg} \varphi = 0{,}234\ 582$
$k_2 = 0\ 11\ 30$	$\psi_2 = 61\ 12\ 20$	$\lg \cos \psi_2 = 9{,}682\ 748$	$\lg \operatorname{cosec} \psi_2 = 0{,}057\ 321$	$\lg \operatorname{cotg} \psi_2 = 9{,}740\ 069$
		$\lg \cos a = 9{,}975\ 434$	$\lg \cos \zeta = 9{,}992\ 254$	$\lg \cos \theta = 9{,}967\ 688$
		$9{,}980\ 801$	$9{,}993\ 850$	$9{,}974\ 651$

Вертикалы.	I	II	III	IV
a	19° 3′40″	16°54′40″	16°54′40″	19° 3′40″
ζ	10 47	9 37	9 37	10 47
Звѣздное время	19^h16^m	19^h26^m	$22^h\ 0^m$	22^h10^m

Подобная программа даетъ все нужное для наблюденій; зная, что вблизи элонгаціи зенитныя разстоянія измѣняются пропорціонально временамъ, именно

$$\Delta Z = 15 \,.\, \cos \delta \,.\, \Delta t$$

легко найти звѣзду въ моментъ начала наведеній, т. е. за 3—4 минуты до, показаннаго въ программѣ, момента середины наблюденій.

34. Наблюденія зенитной звѣзды весьма просты и удобны. Можно наводить на звѣзду или середину двухъ близкихъ нитей микрометра (что только и возможно при наблюденіяхъ днемъ) или попеременно двѣ подвижныя нити, отстоящія другъ отъ друга на полъоборота винта. Наведеніе самой нити, а не промежутка между нитями даетъ, при существующемъ устройствѣ микрометровъ, возможность исключать эксцентриситетъ барабана.

Точность наведеній на зенитную звѣзду такая же, какъ точность наведеній на Полярную, именно, вѣроятная ошибка одного наведенія есть $\pm 0''{,}3 \ldots \pm 0''{,}4$; слѣдовательно, желая при каждомъ положеніи инструмента имѣть среднее изъ наведеній съ точностью до $\pm 0''{,}1$ достаточно производить по 9—16 отдѣльныхъ наведеній. Въ случаѣ большихъ скачковъ въ отсчетахъ, и, особенно, въ случаѣ замѣтныхъ перемѣнъ въ положеніи уровня полезно увеличивать число наведеній до 20. Дѣлать это тѣмъ легче, что эти наблюденія требуютъ ничтожное время (по 3 наведенія въ 1 минуту), а на приведеніе ихъ почти и вовсе не потребуется лишняго времени.

Главное вниманіе въ этихъ наблюденіяхъ должно обращать на уровень. Средняя наклонность оси цѣликомъ, и даже нѣсколько увеличенная, войдетъ въ опредѣляемую широту. Полезно принять за правило послѣ каждыхъ 3—4 наведеній на звѣзду отсчитывать уровень, и послѣ каждаго отсчета выводить его изъ положенія равновѣсія движеніемъ подъемныхъ винтиковъ и качаніемъ около оси для того, чтобы получать каждый разъ новые, независимые отсчеты.

Приведеніе наблюденій и выводъ широты дѣлаются въ слѣдующемъ порядкѣ *):

---

*) Мѣсто меридіана на кругѣ и поправка хронометра принимаются извѣстными; они получаются изъ вспомогательныхъ наблюденій до, между и послѣ наблюденій зенитной звѣзды.

Зная отсчеты на горизонтальномъ кругѣ въ каждомъ отдѣльномъ положеніи инструмента и мѣсто меридіана на этомъ кругѣ, получаемъ прежде всего углы a, составляемые вертикалами наблюденій съ 1-мъ вертикаломъ. Изъ угловъ a получаются часовые углы моментовъ maxima и minima разстояній параллели звѣзды отъ вертикаловъ наблюденій по формулѣ:

$$\text{VI} \ldots\ldots\ldots\ldots \operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg} a \,.\, \operatorname{cosec} \varphi$$

Обративъ θ во время и зная время кульминаціи зенитной звѣзды по хронометру получатся тѣ моменты, къ которымъ нужно приводить отдѣльныя наблюденія въ каждомъ изъ 4-хъ положеній инструмента. Это приведеніе совершается подобно приведенію близь меридіанныхъ высотъ на меридіанъ, при наблюденіи высотъ звѣздъ или Солнца, для опредѣленія широты въ меридіанѣ.

Называя черезъ k разстояніе зенитной звѣзды отъ вертикала наблюденія, при каждомъ отдѣльномъ наведеніи микрометра, и черезъ τ уголъ при полюсѣ міра между соотвѣтствующимъ часовымъ кругомъ звѣзды и перпендикуляромъ, опущеннымъ изъ полюса на этотъ вертикалъ имѣемъ (чертежъ № 18):

$$\cos (90 + k) = \cos \psi \quad \sin \delta - \sin \psi \,.\, \cos \delta \,.\, \cos \tau$$

$$\sin k = \sin (\psi - \delta) - 2 \,.\, \sin \psi \,.\, \cos \delta \,.\, \sin^2 \frac{\tau}{2}$$

$$k'' = (\psi - \delta) - \frac{2 \,.\, \sin \psi \,.\, \cos \delta}{\sin 1''} \cdot \sin^2 \frac{\tau}{2}$$

$$\text{VII} \ldots\ldots\ldots \pm (\psi - \delta)'' = \left[m - \frac{2 \sin \psi \,.\, \cos \delta}{\mu \,.\, \sin 1''} \cdot \sin^2 \frac{\tau}{2} - m_0 \right] \cdot \mu$$

гдѣ μ есть цѣна оборота микрометрическаго винта въ секундахъ дуги, m — непосредственный отсчетъ микрометра при наведеніи на звѣзду, а m_0 отсчетъ на барабанѣ, соотвѣтствующій большому кругу инструмента. Знакъ $+$ берется для вертикаловъ I и IV, а — для II и III.

Для удобства вычисленія формулы приведенія VII не смотря на разность ψ_1 и ψ_2 (доходящую до 20′) можно принять, въ этой формулѣ, отдѣльныя ψ за равныя и постоянныя для данной звѣзды, и тогда коэфиціентъ приведенія

$$\lambda = \frac{2 \,.\, \sin \psi \,.\, \cos \delta}{\mu \,.\, \sin 1''}$$

останется постояннымъ для всѣхъ отдѣльныхъ наведеній, а $\sin^2 \frac{\tau}{2}$ можно брать непосредственно изъ таблицъ (въ Мореходныхъ таблицахъ изданія 1880 г. таблица 48). Еще проще, въ виду многочисленности приведеній, вычислить для данной звѣзды и даннаго μ табличку, дающую полную величину приведенія

$$\frac{2 \,.\, \sin \psi \,.\, \cos \delta}{\mu \,.\, \sin 1''} \cdot \sin^2 \frac{\tau}{2}$$

по аргументу τ. Такая табличка, вычисленная въ какихъ нибудь четверть часа сберегаетъ время впослѣдствіи, а главное—избавляетъ отъ ошибокъ въ приведеніяхъ.

Отсчетъ барабана, соотвѣтствующій большому кругу инструмента m_0 есть

$$m_0 = M_0 + c$$

гдѣ M_0 есть отсчетъ на барабанѣ при наведеніи на среднюю неподвижную нить въ окулярѣ, а c — коллимаціонная ошибка, выраженная въ частяхъ оборота микрометрическаго винта.

Получивъ четыре значенія $\psi - \delta$, соотвѣтствующія четыремъ вертикаламъ наблюденія и вставляя въ нихъ видимое склоненіе звѣзды δ получимъ четыре разныхъ величины ψ. Эти ψ надо исправить еще за наклонность горизонтальной оси инструмента.

Считая, при наблюденіяхъ вблизи 1-го вертикала, положительною наклонностью тотъ случай, когда сѣверный конецъ оси выше южнаго, получимъ выраженіе поправки ψ за наклонность оси въ такомъ видѣ

$$+ i \,.\, \cos \zeta$$

Такъ какъ ζ въ вертикалахъ I и IV, а также въ II и III одинаковы, то, зная цѣну полудѣленія уровня, можно впередъ составить коэфиціенты, дающія переводъ, отсчитанныхъ непосредственно на уровнѣ, наклонностей въ поправки ψ.

Остается еще, наконецъ, полученныя ψ превратить въ широты φ. Зная ψ и θ легко получить φ по формулѣ (формула I):

$$\operatorname{tg} \varphi = \cos \theta \,.\, \operatorname{tg} \psi$$

Но для избѣжанія употребленія семизначныхъ логариѳмовъ можно вычислить только разности $\psi - \varphi$, которыя и съ пятизначными логариѳмами получатся съ достаточною точностью, именно преобразованіе формулы $\operatorname{tg} \varphi = \cos \theta \cdot \operatorname{tg} \psi$ даетъ

$$\psi - \varphi = \frac{2 \,.\, \cos \varphi}{\sin 1''} \cdot \sin \psi \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2} + \sigma(\psi - \varphi) \ldots\ldots\ldots\ldots \text{VIII}$$

гдѣ $\lg \sin^2 \frac{\theta}{2}$ опять можно брать изъ мореходныхъ таблицъ (таблица 48).

Полученныя четыре широты φ для четырехъ положеній инструмента нельзя разсматривать какъ четыре независимыхъ результата; они заключаютъ въ себѣ еще слѣды невѣрности предварительно принятыхъ коллимаціонной ошибки и поправки хронометра; только среднее $\frac{\text{I} + \text{II} + \text{III} + \text{IV}}{4}$ есть окончательная широта.

Остается показать еще, при какихъ положеніяхъ инструмента всего цѣлесообразнѣе производить наблюденія въ четырехъ послѣдовательныхъ вертикалахъ. На первый взглядъ, казалось бы, слѣдовало наблюдать при такомъ порядкѣ положеній вертикальнаго круга:

NSSN или *SNNS*

но на самомъ дѣлѣ это не такъ. Въ переносномъ инструментѣ съ ломаною трубою весьма опасно полагаться на постоянство коллимаціонной ошибки при разныхъ зенитныхъ разстояніяхъ. Въ этомъ особенно убѣждаютъ постоянныя разногласія коллимаціонныхъ ошибокъ, получаемыхъ по наведеніямъ на Полярную ($z = 90° - \varphi$) и по наведеніямъ на земные сигналы ($z = 90°$). Такъ какъ зенитныя разстоянія въ вертикалахъ I, II, III и IV суть послѣдовательно $\zeta_1\ \zeta_2\ \zeta_2\ \zeta_1$ то ясно, что, для наилучшаго исключенія коллимаціонной ошибки, надо чередовать положенія круга N и S для вертикаловъ I и IV и для II и III; отсюда и получается принятый для наблюденій порядокъ положеній инструмента

NSNS или *SNSN*

Въ нижеслѣдующемъ примѣрѣ вычисленія широты по наблюденіямъ η Cepheі вблизи 1-го вертикала, приведеніе наблюденій на часовой кругъ θ и отсчеты на микроскопахъ горизонтальнаго круга даны вполнѣ лишь для одного I-го положенія инструмента, послѣдующее же затѣмъ ходъ вычисленія приведенъ полностью.

Примѣръ. ☿ 3 Сентября 1884.

η Cepheі ($\alpha = 20^h\,42^m\,59^s{,}65$ $\delta = 61°\,23'\,47''{,}34$). Поправка хр. $= +64^s{,}28$

НАБЛЮДЕНІЕ. Время по хронометру, отсчеты на барабанѣ микрометра и показ. уровня.		ВЫЧИСЛЕНІЕ. Уголъ т.	Приведеніе.	Прив. отсчеты.		Наклонность.
	об.					
$19^h 12^m 45^s$	33,702	$-1^m 48^s$	+ 49	33,751		
13 38	33,290	−0 55	+ 12		33,302	
14 5	33,296	−0 28	+ 3		33,299	
14 30	33,792	−0 3	+ 0	33,792		
11,6	(13,9)					τ/2 −1,3
19 15 41	33,757	+1 8	+ 19	33,776		
16 12	33,269	+1 39	+ 41		33,310	
16 39	33,216	+1 6	+ 66		33,282	
17 6	33,696	+2 33	+ 98	33,794		
11,6	(13,8)					−1,2
19 18 18	33,570	+3 45	+212	33,782		
18 50	33,993	+4 17	+277		33,270	
19 17	33,967	+4 44	+337		33,304	
19 42	33,379	+5 9	+399	33,778		
11,5	(13,9)					−1,4
			Среднее	33,779	33,294	

Отсчетъ на микроскопахъ:

50°56′ + 0об.	2″,3	50°56′2″,95
	33,6	57 5,10
230°56′ + 1об.	5,3	
	34,9	

Разстояніе нитей отъ середины узкой пары есть 0,634 об. и 0,146 об., поэтому m + приведеніе = 33,145 об. 33,148 об.

Въ среднемъ 33,146 об.

		S	N	S	N
Мѣсто меридiана 340° 2′ 41″,8	Кругъ	50°56′34″,0	233° 8′27″,4	86°55′18″,7	269° 4′ 0″,3
	a	19 6 7,8	16 54 14,4	16 52 36,9	19 1 18,5
$\alpha = 20^h\ 42^m\ 59^s,65$	lg tg a	9,539 482	9,482 730	9,481 991	9,537 509
$u =$ +64,28	lg tg θ	9,602 953	9,546 201	9,545 462	9,600 980
	θ°	21°50′31″,5	19°22′40″,6	19°20′50″,9	21°45′ 8″,4
Кульм. по хрон. $= 20^h\ 41^m\ 55^s,37$	θ^h	$1^h 27^m 22^s,10$	$1^h 17^m 3$[illegible]$^s,71$	$1^h 17^m 23^s,39$	$1^h 27^m 0^s,56$
	Время по хрон.	19 14 33,3	19 24 24,7	21 59 18,8	22 8 55,9
$C =$ +1,157 об.	m + прив.	об. 33,146	об. 32,657	об. 7,235	об. 8,120
$M_0 =$ 20,006	m + прив. — m_0	12,983	12,494	12,928	12,043
$m_0 =$ 20,163	$\pm(\psi-\delta)$	11′51″,2	11′24″,4	11′48″,2	10′59″,7
lg μ = 1,73862	ψ	61°35 38,5	61°12 22,9	61°11 59,1	61°34 47,0
lg $\frac{\tau}{2}$ = 0,1271	Наклонность	$\tau/_2$ —1,30	$\tau/_2$ —4,63	$\tau/_2$ —0,13	$\tau/_2$ —3,23
lg cos ζ_1 = 9,9923	i cos z	—1″,7	—6″,1	—0″,2	—4″,3
lg cos ζ_2 = 9,9938					
	Исправленное ψ	61°35′36″,8	61°12′16″,8	61°11′58″,9	61°34′42″,7
lg $\frac{2 \cdot \cos\varphi}{\sin 1''}$ = 5,31740	lg sin ψ	9,944 28	9,942 68	9,942 66	9,94 422
	lg $\sin^2\frac{\theta}{2}$	8,555 02	8,452 16	8,450 81	8,55 148
	lg $(\psi-\varphi)$	3,816 70+7	3,712 24+5	3,710 87+4	3,813 10+7
	$\psi - \varphi$	1°49′18″,0	1°25′55″,8	1°25′39″,4	1°48′23″,9
	φ	59 46 18,8	59 46 21,0	59 46 19,5	59 46 18,8
			19″,90		19″,15

$$\varphi = 59^\circ\ 46'\ 19'',52$$

35. Способъ опредѣленія широты по наблюденіямъ зенитной звѣзды вблизи 1-го вертикала можетъ быть употребленъ не только съ Пулковскимъ горизонтальнымъ кругомъ, но и со всякимъ другимъ пассажнымъ инструментомъ, который можно легко и скоро ставить въ произвольные азимуты *). Въ системѣ наблюденій зенитной звѣзды и вычисленія широты не произойдетъ отъ этого никакой перемѣны; только азимутъ инструмента будетъ получаться, въ этомъ случаѣ, не по отсчетамъ на горизонтальномъ кругѣ, а по наблюденіямъ прохожденій такъ называемой азимутной звѣзды, т. е. звѣзды, проходящей черезъ вертикалъ инструмента вблизи горизонта. Такимъ образомъ изложеніе способа опредѣленія широты вблизи 1-го вертикала необходимо дополнить указаніемъ: какъ отыскивать такую азимутную звѣзду и примѣнять ея наблюденія къ полученію азимута инструмента.

Огромнымъ облегченіемъ наблюденій и вычисленій является тутъ то обстоятельство, что найдя одну азимутную звѣзду, проходящую черезъ одинъ изъ вертикаловъ инструмента (I, II, III или IV) немного раньше или немного позже звѣзды зенитной, эта азимутная звѣзда будетъ служить, для той же цѣли, и въ другихъ трехъ послѣдовательныхъ вертикалахъ. Дѣйствительно, какъ извѣстно, въ 1-мъ вертикалѣ движеніе звѣздъ по азимуту выражается простой дифференціальной формулой

$$\Delta a = \sin\varphi \cdot \Delta t$$

*) Таковы почти всѣ пассажные инструменты работы В. Ф. Гербста.

т. е., въ этомъ случаѣ, движніе по азимуту пропорціонально времени и не зависитъ отъ склоненія звѣзды; слѣдовательно, для двухъ звѣздъ, одной близь зенита, другой близь горизонта передвиженіе по азимуту въ равные промежутки времени одинаковы; далѣе, назвавъ черезъ t и T часовые углы азимутной звѣзды въ вертикалѣ A (близкомъ къ 1-му вертикалу) (чертежъ № 19) и въ самомъ 1-мъ вертикалѣ, а черезъ θ часовой уголъ зенитной звѣзды въ вертикалѣ A, имѣемъ:

$$\cos T = \frac{\operatorname{tg} D}{\operatorname{tg} \varphi}$$

$$\cos \theta = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \psi}$$

$$\cos (t - \theta) = \frac{\operatorname{tg} D}{\operatorname{tg} \psi}$$

Откуда

$$\cos (t - \theta) = \cos \theta \, . \cos T$$

По малости угла θ принимая $\cos \theta = 1$ будетъ приблизительно

$$\cos (t - \theta) = \cos T$$

и

$$t - T = \theta$$

Такимъ образомъ, когда зенитная звѣзда, суточнымъ своимъ движеніемъ, прійдетъ въ меридіанъ, соотвѣтствующая ей азимутная звѣзда вступитъ въ 1-й вертикалъ. Распространяя это соотношеніе далѣе, легко видѣть, что, когда зенитная звѣзда перейдетъ изъ вертикала A въ вертикалъ A', азимутная звѣзда будетъ опять же на одномъ вертикалѣ съ нею, но только останется на прежней сторонѣ неба.

Изъ этихъ замѣчаній ясно, что отысканіе азимутной звѣзды сводится на то, чтобы найти звѣзду проходящую черезъ 1 й вертикалъ въ моментъ верхней кульминаціи выбранной зенитной звѣзды. Понятно само собою, что этому условію, въ строгости, вообще говоря, не удовлетворитъ ни одна изъ яркихъ звѣздъ; но строгаго выполненія этого условія вовсе и не требуется, такъ какъ во всякомъ случаѣ наблюдать азимутную звѣзду одновременно съ зенитною невозможно; надо наблюдать ее или раньше или позже зенитной.

Отыскиваніе азимутной звѣзды, проходящей черезъ 1-й вертикалъ во время, близкое къ верхней кульминаціи зенитной звѣзды дѣлается слѣдующимъ образомъ.

Называя черезъ T—часовой уголъ, а черезъ s звѣздное время прохожденія звѣзды черезъ 1-й вертикалъ, вообще имѣемъ:

$$\cos T = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tg} \varphi}$$

$$S = \alpha \mp T$$

гдѣ знакъ — берется на востокѣ, а + на западѣ.

Составивъ мѣстную таблицу, дающую углы T для разныхъ δ и зная требуемое S (прямое восхожденіе выбранной зенитной звѣзды) нужно между звѣздами со склоненіемъ въ 20°— 40° найти такую, которой прямое восхожденіе приблизительно удовлетворяло бы уравненію

$$\alpha = S \pm T$$

Напримѣръ пусть требуется найти звѣзду проходящую черезъ 1-й вертикалъ въ моментъ близкій къ моменту кульминаціи звѣзды η Cephei ($\alpha = 20^h\,43^m\!\!,0 \quad \delta = +\,61°\,23'\,50''$).

Мѣстная таблица угловъ T указываетъ, что перемѣнѣ δ отъ 20° до 40° соотвѣтствуетъ перемѣна T отъ 4^h до 6^h, поэтому, желая найти азимутную звѣзду на востокѣ, надо искать такую съ прямымъ восхожденіемъ отъ $0^h\,43^m$ до $2^h\,43^m$. Списокъ среднихъ мѣстъ звѣздъ въ Berliner Astronomisches Jahrbuch убѣждаетъ, что такою звѣздою можетъ служить звѣзда β *Arietis* ($\alpha = 1^h\,48^m\!\!,3 \quad \delta = 20°\,14'\!,7$). Дѣйствительно для нея

$$T = 5^h\ 10^m\!\!,4$$

$$S + T = 1^h\ 53^m\!\!,3$$

$$\text{разность}\quad \alpha - (S + T) = -\ 5^m$$

Слѣдовательно вблизи 1-го вертикала звѣзда β Arietis вступаетъ, въ послѣдовательные вертикалы, 5-ю минутами раньше η Cephei.

Такимъ же образомъ найдемъ, что на западѣ, въ одномъ вертикалѣ съ η Cephei можно наблюдать звѣзду γ *Coronae bor* (3,8): $\alpha = 15^h\,37^m\!\!,9$, $\delta = +\,26°\,39'\!,8$.

Найдя азимутную звѣзду, надо составить приближенную эфемериду ея положеній вблизи 1-го вертикала, безъ чего самое наблюденіе ея невозможно. Такая эфемерида можетъ быть вычислена или по общимъ тригонометрическимъ формуламъ, или, еще проще, помощью составленныхъ впередъ мѣстныхъ постоянныхъ ζ, θ и ψ для нѣсколькихъ, равномѣрно слѣдующихъ, угловъ a.

Изъ Δ-ка ZPS (чертежъ № 20) имѣемъ:

$$\operatorname{tg} \zeta = \operatorname{cotg} \varphi \,.\, \sin a$$

$$\operatorname{cotg} \theta = \sin \varphi \,.\, \operatorname{cotg} a$$

$$\cos \psi = \cos \varphi \,.\, \cos a$$

$$\cos \psi = \operatorname{tg} \zeta \,.\, \operatorname{cotg} \theta \text{ (контроль).}$$

Затѣмъ, для каждой звѣзды, прійдется вычислить лишь

$$\cos n = \frac{\sin D}{\sin \psi}$$

$$\cos \tau = \operatorname{tg} D \,.\, \operatorname{cotg} \psi$$

и тогда будетъ:

Для восточной азимутальной звѣзды $z = n + \zeta$ $s = (\alpha - \theta) - \tau$

Для западной азимутальной звѣзды $z = n - \zeta$ $s = (\alpha - \theta) + \tau$

Имѣя зенитныя разстоянія z и звѣздныя времена s для ряда равноотстоящихъ азимутовъ, легко интерполировать эти величины для каждаго частнаго значенія a.

Вычисленіе азимута, или, собственно говоря, угла θ, составленнаго часовымъ кругомъ, перпендикулярнымъ къ вертикалу даннаго азимута, съ меридіаномъ, — производится въ слѣдующемъ порядкѣ:

Вычисливъ приближенно для моментовъ наблюденій параллактическіе углы q по формулѣ:

$$\sin q = \frac{\sin t \,.\, \cos \varphi}{\sin z}$$

имѣемъ:

Коэфиціентъ приведенія на среднюю нить $= \sec \delta \,.\, \sec q$

Поправка за коллимаціонную ошибку.... $= c \,.\, \sec \delta \,.\, \sec q$

Поправка за наклонность оси инструмента $= i \,.\, \cos z \,.\, \sec \delta \,.\, \sec q$

Знаки поправокъ за коллимаціонную ошибку и наклонность легко сообразить въ каждомъ частномъ случаѣ особо, принимая во вниманіе положеніе инструмента (кругъ N или кругъ S) и страну свѣта наблюденія азимутной звѣзды (наблюдалась она на востокѣ или на западѣ).

Называя время прохожденія азимутной звѣзды черезъ среднюю нить, исправленное за наклонность и коллимаціонную ошибку черезъ s, а время кульминаціи ея по хронометру (составленное по извѣстнымъ прямому восхожденію и поправкѣ хронометра) черезъ s_0, получимъ часовой уголъ наблюденія азимутной звѣзды по формулѣ

$$t = s - s_0$$

Далѣе, взявъ выведенное раньше уравненіе

$$\frac{\cos \theta}{\cos (t - \theta)} = \frac{1}{\cos T}$$

и составляя въ немъ отношеніе разности членовъ пропорціи къ ихъ суммѣ получимъ весьма изящное соотношеніе между углами t и θ, именно

$$\operatorname{tg} \frac{t}{2} \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{t}{2} - \theta\right) = \operatorname{tg}^2 \frac{T}{2}$$

уголъ T, часовой уголъ въ 1-мъ вертикалѣ вычисляется по формулѣ

$$\cos T = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tg} \varphi}$$

36. Трудно сказать, при какой разности $\delta - \varphi$ излагаемый способъ опредѣленія широты даетъ наиболѣе точные результаты. Произведенныя мною опредѣленія широты по звѣздамъ γ Cassiopejae ($\delta - \varphi = 19'$) и η Cephei ($\delta - \varphi = 1^\circ 37'$) не показали замѣтной разницы. Конечно съ увеличеніемъ $\delta - \varphi$ промежутокъ времени, между двумя группами наблюденій на востокѣ и на западѣ, увеличивается и, напримѣръ, для η Cephei составлялъ около 3-хъ часовъ. Производимыя, до начала и по окончаніи каждой группы, опредѣленія мѣста меридіана на горизонтальномъ кругѣ (по Полярной) исключаютъ вліяніе измѣненія мѣста меридіана въ теченіи столь большаго промежутка времени. Невыгода большихъ промежутковъ можетъ оказаться лишь въ томъ, что, произведя первую группу наблюденій (въ вертикалахъ I и II), измѣнившееся состояніе неба можетъ не допустить произвести вторую группу (въ вертикалахъ III и IV. Для устраненія такой зависимости отъ погоды, въ случаѣ ненадежнаго состоянія неба, можно на востокѣ наблюдать, въ двухъ положеніяхъ инструмента, одну звѣзду, а на западѣ, въ двухъ другихъ положеніяхъ,— другую. Во всякомъ случаѣ очевидно, что самая система наблюденій въ этомъ способѣ столь симметрична, проста и удобна, что составивъ себѣ впередъ программу, нельзя опасаться неудачи наблюденій, происшедшей по винѣ наблюдателя.

Получаемая точность результата (вѣроятная ошибка одного полнаго опредѣленія широты $= \pm 0''\!,17$) есть предѣлъ, достижимый теперь вообще, не только переносными, но и постоянными инструментами. Мало того, полнѣйшее исключеніе (а не введеніе вычисленіемъ) всѣхъ инструментальныхъ ошибокъ оставляетъ еще сомнѣніе, не получаются ли Пулковскимъ горизонтальнымъ кругомъ результаты болѣе точные, чѣмъ постоянными инструментами.

Было бы весьма желательно и интересно получить продолжительные ряды наблюденій на одномъ мѣстѣ; быть можетъ такія наблюденія послужили бы наилучшимъ средствомъ для опредѣленія періодическихъ измѣненій склоненій звѣздъ, т. е. для вывода постоянныхъ нутаціи и аберраціи, или наоборотъ для рѣшенія вопроса о періодическомъ измѣненіи географической широты. Производя же опредѣленія широтъ на разныхъ точкахъ, связанныхъ тріангуляціею, можно было бы разсчитывать получить точнѣйшія величины отклоненій отвѣсныхъ линій. Наконецъ опредѣленіе такихъ отклоненій на точкахъ, расположенныхъ кругомъ хорошо извѣстной значительной посторонней массы, напримѣръ кругомъ одной изъ египетскихъ пирамидъ, можно было бы изложеннымъ способомъ и, подобнымъ описанному, переноснымъ инструментомъ опредѣлить массу всей земли съ большею точностью, чѣмъ она извѣстна намъ нынѣ.

V.

Астрономическія опредѣленія пунктовъ въ 1884 году въ Закаспійской области, Хивинскихъ и Бухарскихъ владѣніяхъ.

(Генеральнаго Штаба капитана **Гедеонова**).

Къ настоящему времени, всѣ пригодные для культуры оазисы вновь присоединенной къ Россіи Закаспійской области уже сняты инструментально трудами Отдѣла; что же касается дорогъ, пересѣкающихъ степные пространства области, то для нихъ имѣлись только свѣденія, собранныя частью бѣглыми маршрутами, частью же по распросамъ. Хотя эти дороги суть не болѣе какъ верблюжьи тропки, иногда едва замѣтныя, однако точное опредѣленіе ихъ положенія и колодцевъ, черезъ которые онѣ пролегаютъ, представляется для военныхъ цѣлей предметомъ первостепенной важности. Вслѣдствіе этого, Кавказскій военно-топографическій Отдѣлъ предпринялъ лѣтомъ 1884 года изслѣдованіе важнѣйшихъ путей Закаспійскаго края. Съемку путей рѣшено было производить въ двухъ-верстномъ масштабѣ буссолью на штативѣ, измѣряя разстоянія цѣпью или одометромъ и опираясь на достаточно сближенные между собою астрономическіе пункты. При такихъ условіяхъ работа можетъ идти со скоростью походнаго движенія и, въ отношеніи точности, удовлетворять всѣмъ требованіямъ практики. Астрономическая часть задачи была возложена на меня, а топографическая на штабсъ-капитана К. В. Т. Шарифова.

Путь нашъ пролегалъ отъ г. Кызылъ-Арвата черезъ колодцы Игды и Ортакую до г. Ильяллы, затѣмъ по Хивинскому ханству до г. Петро-Александровска, далѣе по берегу р. Аму-Дарьи до г. Чарджуя и, наконецъ, песками въ г. Мервъ, всего на протяженіи болѣе 1200 верстъ. Астрономическія опредѣленія произведены мною на всемъ этомъ пространствѣ и кромѣ того, опредѣлены еще нѣсколько астрономическихъ пунктовъ вверхъ по р. Мургабу, въ раіонѣ мензульной съемки, и одинъ пунктъ на р. Тедженѣ.

Опредѣленія времени и широты производились измѣреніемъ Репсольдовымъ кругомъ возможно равныхъ зенитныхъ разстояній звѣздъ, выбранныхъ попарно вблизи перваго вертикала для времени и вблизи меридіана для широты; сѣверной звѣздой всегда служила α Ursae minoris.

Долгота опредѣлялась перевозкой 5-ти столовыхъ и 2-хъ карманныхъ хронометровъ. Въ началѣ экспедиціи предполагалось переносить хронометры на носилкахъ людьми, но, послѣ опыта нѣсколькихъ дней, выяснилось, что, при ограниченномъ числѣ рабочихъ (6 казаковъ), по трудной песчаной дорогѣ и подъ палящимъ зноемъ, такой способъ крайне утомителенъ, а потому въ остальное время экспедиціи хронометры перевозились слѣдующимъ образомъ: два верховыхъ казака становились рядомъ; носилки съ ящикомъ для хронометровъ устанавливались поперекъ лошадей такъ, чтобы ручки ихъ обнимали сѣдельныя луки спереди и сзади, а прикрѣпленныя къ нимъ веревочныя петли охватывали плечи всадниковъ. Такой способъ перевозки, вызванный въ данномъ случаѣ необходимостью, можетъ сначала казаться небезопаснымъ, однако продолжительный опытъ доказалъ неосновательность опасеній: лошади въ походѣ идутъ спокойно, а носилки, даже при движеніи проѣздомъ, перевозятся весьма плавно; и въ самомъ дѣлѣ потомъ оказалось, что разногласія хронометровъ не были больше тѣхъ, которыя можно ожидать при рейсахъ такой продолжительности, какъ въ настоящей экспедиціи. Съ цѣлью ослабленія толчковъ, дѣйствія солнца и пыли, ящикъ съ хронометрами былъ обвернутъ въ нѣсколько рядовъ бѣлымъ войлокомъ.

Для опредѣленія давленія и температуры воздуха, я былъ снабженъ анероидомъ Гольдсмита и нѣсколькими термометрами; инструменты эти были сравнены съ нормальными до и послѣ экспедиціи въ г. Тифлисѣ и въ серединѣ лѣта — на метеорологической станціи г. Петро-Александровска.

Вычисленія исполнены по извѣстнымъ формуламъ послѣдовательными приближеніями: сначала съ приближенной поправкой часовъ выводилась широта мѣста изъ наблюденія Полярной, потомъ съ этою широтой вычислялось время, затѣмъ находилась окончательная широта, а время исправлялось дифференціальной поправкой за неточно принятую широту и суточную аберрацію.

Ниже приводятся поправки хронометровъ противъ мѣстнаго звѣзднаго времени, отнесенныя къ полнымъ десятымъ долямъ часа по рабочему хронометру, причемъ приняты слѣдующія сокращенныя обозначенія:

Звѣздный	Wiren № 70	*Z*	(рабочій)
»	Dent № 1752.......	*X*	
Средній	Frodscham № 3098..	*B*	
»	Frodscham № 3134..	*C*	
»	Wiren № 77	XIII	(тринадцатибойщикъ)
»	Wiren № 33	*K*	(карманный, полусекундный)
»	Dent № 19979......	*K'*	(карманный, четырехъ-десятникъ).

№	Мѣсто.	Числа нов. ст.	Часъ.	Z	X	B	C	XIII	K	K′
1	Кызылъ-Арватъ.....	♀ 30 Мая	$10^h{,}2$	$+3^h 44^m 15^s{,}59$	$+0^h 46^m 53^s{,}38$	$+5^h 22^m 43^s{,}33$	$+8^h 18^m 8^s{,}69$	$+5^h 20^m 19^s{,}45$	$+5^h 22^m 37^s{,}76$	$+3^h 54^m 22^s{,}86$
2	1-й ночлегъ.........	☉ 1 Іюня	11,5	+3 45 1,80	+0 47 48,08	+ 5 31 49,31	+ 8 27 0,11	+ 5 29 16,01	+5 31 50,85	+ 4 3 11,81
3	2-й ночлегъ.........	☾ 2 »	11,7	+3 45 15,31	+0 48 5,23	+ 5 36 8,08	+ 8 31 11,60	+ 5 33 30,86	+5 36 14,84	+ 4 7 21,76
4	Кол. Наурлы........	♂ 3 »	11,0	+3 46 4,60	+0 48 57,82	+ 5 40 53,01	+ 8 35 49,94	+ 5 38 12,81	+5 41 5,28	+ 4 11 52,82
5	Кол. Нижн. Игды....	♀ 6 »	9,7	+3 46 19,86	+0 49 24,23	+ 5 53 5,11	+ 8 47 41,51	+ 5 50 14,97	+5 53 30,73	+ 4 23 34,50
6	7-й ночлегъ.........	♄ 7 »	10,0	+3 46 55,53	+0 50 4,09	+ 5 57 46,91	+ 8 52 16,35	+ 5 54 53,60	+5 58 16,16	+ 4 28 7,49
7	Кол. Бала-Ишемъ....	☉ 8 »	9,9	+3 48 7,29	+0 51 19,80	+ 6 3 0,87	+ 8 57 23,78	+ 6 0 4,71	+6 3 35,33	+ 4 33 11,74
8	Кол. Ортакую.......	♂ 10 »	12,0	+3 48 36,89	+0 51 55,59	+ 6 11 57,75	+ 9 6 6,79	+ 6 8 56,13	+6 12 39,13	+ 4 41 49,85
9	Кол. Нефесъ-кую....	♃ 12 »	10,0	+3 49 9,05	+0 52 32,72	+ 6 20 13,81	+ 9 14 9,60	+ 6 17 7,73	+6 21 2,94	+ 4 49 52,02
10	Кол. Хатибъ........	☉ 15 »	11,3	+3 52 17,08	+0 55 45,96	+ 6 35 38,50	+ 9 29 17,14	+ 6 32 29,49	+6 36 53,93	+ 5 4 56,13
11	Какъ бл. Шах-Сенема	☾ 16 »	11,2	+3 53 17,06	+0 56 49,73	+ 6 40 39,26	+ 9 34 11,50	+ 6 37 26,99	+6 42 2,20	+ 5 9 50,09
12	18-й ночлегъ........	☿ 18 »	12,6	+3 54 35,41	+0 58 15,45	+ 6 50 16,00	+ 9 43 33,81	+ 6 46 57,64	+6 51 56,94	+ 5 19 11,37
13	Гор. Ильяллы.......	♄ 21 »	12,9	+3 56 42,38	+1 0 30,83	+ 7 4 28,19	+ 9 57 25,94	+ 7 3 3,72	+7 6 22,87	+ 5 33 4,74
14	Гор. Ташаузъ.......	☾ 23 »	13,3	+3 57 58,80	+1 1 52,48	+ 7 13 51,99	+10 6 35,52	+ 7 10 21,57	+7 15 52,64	+ 5 42 12,37
15	Гор. Кятъ..........	♂ 24 »	12,3	+3 59 31,66	+1 3 25,39	+ 7 19 15,78	+10 11 52,73	+ 7 17 43,54	+7 21 21,45	+ 5 47 27,73
16	Гор. Ѵргенчъ.......	☿ 25 »	11,5	+4 0 31,23	+1 4 26,04	+ 7 24 8,74	+10 16 38,78	+ 7 20 34,13	+7 26 19,84	+ 5 52 11,58
17	Гор. Ханки.........	♄ 28 »	11,8	+4 1 9,46	+1 5 13,55	+ 7 36 54,45	+10 29 4,00	+ 7 33 14,09	+7 39 19,01	+ 6 4 34,94
18	Гор. Петро-Александ.	☉ 6 Іюля	13,6	+4 1 34,07	+1 6 2,96	+ 8 9 53,75	+11 1 9,99	+ 8 6 0,74	+8 12 48,49	+ 6 36 30,09
19	Гор. Петро-Александ.	♄ 12 »	13,3	+4 1 20,59	+1 6 0,81	+ 8 33 44,31	+11 24 19,49	+ 8 31 41,67	+2 21 10,98	+10 45 18,56
20	Гор. Хива..........	♀ 18 »	13,4	+3 58 32,16	+1 3 30,57	+ 8 55 7,81	+11 45 2,71	+ 8 52 56,24	+2 43 6,44	+11 5 51,82
21	Гор. Петро-Александ.	☾ 21 »	13,9	+4 0 57,60	+1 6 5,62	+ 9 9 44,71	+11 59 19,02	+ 9 7 29,22	+2 58 2,18	+11 20 6,24
22	Гор. Петро-Александ.	☾ 28 »	14,7	+4 0 39,74	+1 6 4,11	+ 9 37 47,59	+12 26 36,22	+ 9 35 26,07	+3 45 13,52	+11 47 3,48
23	Базирьянъ-тугай....	♃ 31 »	14,6	+4 2 19,01	+1 7 51,29	+ 9 51 31,55	+12 40 0,94	+ 9 49 5,22	+3 59 26,36	+12 0 23,78
24	Мешекли-тугай......	♀ 1 Авг.	13,9	+4 3 28,80	+1 9 4,02	+ 9 56 36,02	+12 44 58,83	+ 9 54 8,32	+4 4 36,42	+12 5 20,11
25	Сары-май-тугай.....	♄ 2 »	14,7	+4 4 17,77	+1 9 55,06	+10 1 34,54	+12 49 50,18	+ 9 59 5,37	+4 9 43,02	+12 10 11,79
26	Шоръ-тугай.........	♂ 5 »	14,3	+4 4 49,68	+1 10 35,13	+10 14 7,26	+13 2 3,12	+10 11 33,32	+4 22 43,97	+12 22 30,12
27	Георли-тугай.......	♃ 7 »	14,2	+4 5 55,32	+1 11 47,19	+10 23 15,46	+13 10 57,47	+10 20 37,89	+4 32 7,76	+12 31 22,39
28	Кеикли-тугай.......	♄ 9 »	14,4	+4 6 5,16	+1 12 1,63	+10 31 27,57	+13 18 56,96	+10 28 46,49	+4 40 33,44	+12 39 27,49
29	Тугай бл. Кавахлы..	☉ 10 »	14,4	+4 6 34,07	+1 12 33,02	+10 35 57,90	+13 23 20,74	+10 33 15,72	+4 45 10,36	+12 43 50,31
30	Гор. Ильчикъ.......	♃ 14 »	14,5	+4 8 1,19	+1 14 13,33	+10 53 31,76	+13 40 26,82	+10 50 41,65	+5 3 8,17	+13 1 1,80
31	Гор. Устыкъ........	♀ 15 »	15,1	+4 9 1,43	+1 15 16,74	+10 58 39,25	+13 45 27,59	+10 55 47,23	+5 8 21,26	+13 6 3,93
32	Гор. Кюикъ-кала....	☉ 17 »	15,6	+4 10 10,66	+1 16 31,04	+11 7 57,51	+13 54 31,09	+11 5 2,51	+5 18 0,85	+13 15 12,15
33	Чарджуй переправа..	♂ 19 »	15,0	+4 10 5,15	+1 16 32,00	+11 15 48,91	+14 2 9,94	+11 12 51,90	+5 26 9,22	+13 22 59,23
34	Гор. Чарджуй.......	♀ 22 »	14,5	+4 10 12,76	+1 16 47,32	+11 27 55,76	+14 13 57,07	+11 24 55,17	+5 38 40,47	+13 34 54,16
35	Гор. Чарджуй.......	♃ 28 »	14,6	+4 9 59,83	+1 16 50,11	+11 51 48,42	+14 37 9,39	+11 48 37,02	+6 3 25,94	+13 58 22,27
36	Кол. Сяльми-кую....	♃ 4 Сент.	16,5	+4 8 52,80	+1 16 3,45	+12 19 10,63	+15 3 45,46	+12 15 49,11	+6 31 59,22	+14 25 26,54
37	Кол. Эйшанъ-рабатъ.	♀ 5 »	15,8	+4 8 8,03	+1 15 21,65	+12 22 20,28	+15 6 48,90	+12 18 57,05	+6 35 15,37	+14 28 34,94
38	Кол. Репетекъ......	♄ 6 »	15,7	+4 7 57,07	+1 15 13,24	+12 26 9,76	+15 10 31,67	+12 22 44,93	+6 39 10,90	+14 32 21,54
39	Ночлегъ............	☉ 7 »	16,1	+4 7 5,90	+1 14 23,98	+12 29 24,58	+15 13 39,36	+12 25 57,96	+6 42 31,97	+14 35 33,22
40	Кол. Учь-Аджи......	☾ 8 »	16,2	+4 6 20,24	+1 13 41,08	+12 32 41,71	+15 16 49,27	+12 29 13,38	+6 45 56,27	+14 38 45,89
41	Ночлегъ............	♂ 9 »	16,4	+4 5 37,10	+1 13 2,50	+12 36 3,64	+15 20 3,77	+12 32 33,00	+6 49 24,07	+14 42 5,13
42	Кол. Беуръ-Дешикъ..	☿ 10 »	15,7	+4 5 12,29	+1 12 41,27	+12 39 33,39	+15 23 26,97	+12 36 1,44	+6 52 59,64	+14 45 31,98
43	Древній Мервъ......	♀ 12 »	17,0	+4 3 31,88	+1 11 9,21	+12 46 10,63	+15 39 48,96	+12 42 35,13	+6 59 50,07	+14 51 58,33
44	Коушутъ-кала.......	☾ 15 »	16,1	+4 2 14,97	+1 10 8,11	+12 56 51,74	+15 40 8,80	+12 53 7,02	+7 11 2,02	+15 2 26,62
45	Пунктъ г. Гладышева	♂ 16 »	15,2	+4 1 58,99	+1 9 57,42	+13 0 28,69	+15 43 38,82	+12 56 40,70	+7 14 46,02	+15 6 2,32
46	Коушутъ-кала.......	☿ 17 »	15,9	+4 2 8,68	+1 10 12,44	+13 4 47,37	+15 47 50,04	+13 0 56,24	+7 19 11,37	+15 10 17,11
47	Коушутъ-кала.......	☿ 24 »	16,6	+4 1 45,57	+1 10 27,24	+13 32 45,19	+16 14 57,04	+13 28 32,84	+7 48 14,46	+15 37 40,08
48	Елотанъ............	♄ 27 »	17,2	+4 3 38,48	+1 12 41,88	+13 46 51,47	+16 28 42,95	+13 42 24,63	+8 2 48,57	+15 51 39,12
49	Чарбекъ............	☾ 29 »	19,4	+4 3 54,07	+1 13 17,11	+13 55 35,65	+16 37 13,79	+13 50 56,53	+8 11 52,24	+16 0 18,62
50	Казакли-бентъ......	♂ 30 »	16,6	+4 3 55,78	+1 13 26,98	+13 59 12,06	+16 40 44,51	+13 54 27,63	+8 15 35,47	+16 3 52,34
51	Чарбекъ............	☿ 1 Окт.	15,7	+4 3 48,46	+1 13 26,48	+14 2 57,50	+16 44 23,48	+13 58 8,84	+8 19 27,64	+16 7 33,43
52	Елотанъ............	♃ 2 »	16,2	+4 3 21,61	+1 13 6,14	+14 6 38,45	+16 47 56,96	+14 1 45,09	+8 23 13,76	+16 11 11,53
53	Коушутъ-кала.......	♀ 10 »	16,2	+4 0 50,32	+1 11 32,98	+14 36 33,14	+17 16 52,79	+14 30 52,17	+8 54 5,81	+16 40 47,70
54	Переправа Кангали..	☿ 15 »	17,1	+3 56 38,40	+1 7 49,85	+14 52 37,43	+17 32 23,01	+14 46 39,15	+9 10 58,21	+16 56 39,70
55	Арвабекъ-кала......	♀ 17 »	16,7	+3 55 17,18	+1 6 39,54	+14 59 15,71	+17 38 47,27	+14 53 10,65	+9 17 53,16	+17 3 8,22

Изъ поименованныхъ пунктовъ долготы Кызылъ-Арвата, Мерва и Арвабекъ-калы опредѣлены экспедиціей подполковника Гладышева, долгота г. Хивы—капитаномъ Солимани въ 1873 г. рейсомъ изъ г. Кошъ-Купыра въ г. Казаватъ, въ которыхъ были наблюдены имъ покрытія звѣздъ Луною. Хотя долготы, выведенныя изъ покрытій, могутъ заключать довольно значительную ошибку (по Ауверсу средняя ошибка долготы изъ одного покрытія на темномъ краѣ Луны $= \pm 2^s\!,5$ или вѣроятная ошибка $= \pm 1^s\!,69$. Astr. Nachr. № 2636, S. 336), но при очень продолжительныхъ рейсахъ все же выгоднѣе, пользуясь ими, разбить экспедицію на меньшія части. При вычисленіи долготъ я давалъ столовымъ хронометрамъ вѣсъ 1, а карманнымъ—вѣсъ $^1/_2$.

Прежде всего изъ наблюденій № 19, 20 и 21 опредѣляемъ долготу г. Петро-Александровска отъ г. Хивы:

по Z	$+2^m\,33^s\!,13$
X	33,44
B	33,80
C	33,56
XIII	34,18
$\frac{K+K'}{2}$	35,63
Среднее	$+2^m\,33^s\!,96$

Долготу г. Хивы выводимъ изъ слѣдующихъ данныхъ. Въ 1873 году геодезистомъ капитаномъ Солимани были наблюдены покрытія звѣздъ Луною въ гг. Кошъ-Купырѣ и Казаватѣ (г. Кошъ-Купыръ, ♀ 6 Іюня н. с., *m* Virginis, зв. мом. покр. $= 14^h\,22^m\,31^s\!,90$, $\varphi = 41°\,32'\,10''$; г. Казаватъ, ♂ 1-го Іюля н. с., *b* Virginis, зв. мом. покр. $= 17^h\,31^m\,49^s\!,74$, $\varphi = 41°\,33'\,49''$). Принявъ поправку лунныхъ таблицъ 1873 года (Astr. Nachr. № 2635, S. 301) для 6-го іюня н. с.: $\Delta\alpha = -0^s\!,28$, $\Delta\delta = +2''\!,4$, и для 1-го Іюля н. с.: $\Delta\alpha = -0^s\!,36$, $\Delta\delta = +2''\!,9$, вычисляемъ долготы г. Кошъ-Купыра ($+4^h\,1^m\,21^s\!,48$) и Казавата ($+4^h\,0^m\,48^s\!,39$) отъ Гринвича. Рейсомъ Солимани между этими городами черезъ Ханскій садъ, близь г. Хивы, опредѣлилась долгота послѣдняго отъ г. Казавата по 4-мъ хронометрамъ.

	$+41^s\!,59$
	$+39,31$
	$+39,14$
	$+41,39$
Среднее	$+40^s\!,36$

По плану г. Хивы, Ханскій садъ, въ которомъ былъ лагерь Оренбургскаго отряда, лежитъ на $0^s\!,54$ западнѣе мѣста моего наблюденія. Изъ этихъ данныхъ, принимая долготу Пулкова отъ Гринвича $+2^h\,1^m\,18^s\!,66$, получаемъ:

долгота г. Хивы (д. Матъ-Мурата) $= +2^h\,0^m\,10^s\!,63$
и долгота г. Петро-Александровска $= +2\;\;2\;\;44,59$ } отъ Пулкова.

Долгота г. Кызылъ-Арвата отъ Пулкова по Гладышеву $= 1^h\,43^m\,47^s{,}07$; разность Петро-Александровскъ-Кызылъ-Арватъ $= +18^m\,57^s{,}52$. Съ этою разностью изъ наблюденій № 1 и 18 получимъ ходы хронометровъ между Кызылъ-Арватомъ и Петро-Александровскомъ:

	Ходы въ 1 звѣздн. сутки:
Z	$-2^s{,}666$
X	$+0{,}325$
B	$+239{,}432$
C	$+232{,}725$
XIII	$+237{,}033$
K	$+244{,}287$
K'	$+231{,}270$

Съ помощью которыхъ вычисляемъ долготы пунктовъ отъ г. Кызылъ-Арвата:

Названіе пункта.	по Z	по X	по B	по C	по XIII	по $\frac{K+K'}{2}$	Среднее.
1-й ночлегъ	$+0^m51^s{,}69$	$54^s{,}04$	$54^s{,}14$	$53^s{,}36$	$49^s{,}66$	$52^s{,}58$	$+0^m52^s{,}58$
2-й ночлегъ	+ 1 7,89	10,85	11,48	10,18	5,49	9,79	+ 1 9,28
Кол. Наурлы	+ 1 59,76	63,13	63,97	62,59	57,43	59,70	+ 2 1,10
Кол. Нижней Игды	+ 2 22,88	28,59	30,75	28,59	21,24	22,81	+ 2 25,81
7-й ночлегъ	+ 2 61,25	68,11	70,13	67,79	59,87	61,27	+ 3 4,74
Кол. Бала Ишемъ	+ 4 15,67	23,50	25,64	23,47	14,92	16,19	+ 4 19,90
Кол. Ортакую	+ 4 50,83	58,61	62,71	60,66	51,54	50,78	+ 4 55,86
Кол. Нефесъ-кую	+ 5 28,10	35,12	39,86	37,38	28,83	28,04	+ 5 32,89
Кол. Хатибъ	+ 8 44,27	47,37	53,28	54,17	46,64	49,37	+ 8 49,52
Какъ Шахъ-Сенемъ	+ 9 46,90	50,82	55,60	56,78	48,09	53,70	+ 9 51,98
18-й ночлегъ	+11 10,74	15,85	19,52	20,06	10,86	22,28	+11 16,55
Гор. Ильяллы	+13 25,85	30,26	30,43	31,11	22,89	35,62	+13 29,36
Гор. Ташаузъ	+14 47,53	51,26	51,36	51,36	42,71	54,81	+14 49,84
Гор. Кятъ	+16 22,95	23,86	25,70	25,55	17,53	29,02	+16 24,10
Гор. Ургенчъ	+17 25,10	24,20	27,21	26,63	18.99	30,28	+17 25,40
Гор. Ханки	+18 11,37	10,73	11,61	10,77	4,88	15,24	+18 10,77

Въ г. Чарджуѣ мною было наблюдено покрытіе *x* Ophiuchi Луною (♃ 28 Августа н. с. 1884 г., зв. мом. покр. $= 20^h\,22^m\,17^s{,}88$; $\varphi = 39°\,1'\,38''{,}8$), которое дало для долготы Чарджуя $+4^h\,14^m\,24^s{,}85$ отъ Гринвича или $+2^h\,13^m\,6^s{,}19$ отъ Пулкова. Съ помощью наблюденій № 22 и 34 и съ разностью долготъ Чарджуй-Петро-Александровскъ $= +10^m\,21^s{,}60$, опредѣляемъ ходы хронометровъ между этими пунктами:

	Ходъ въ 1 звѣздн. сутки:
Z	$-1^s{,}943$
X	$+0{,}865$
B	$+239{,}543$
C	$+232{,}848$
XIII	$+237{,}979$
K	$+247{,}496$
K'	$+234{,}042$

и долготы пунктовъ отъ г. Петро-Александровска будутъ:

Названіе пункта.	по Z	по X	по B	по C	по XIII	по $\frac{K+K'}{2}$	Среднее.
Базирьянъ-тугай	$+1^m45^s{,}11$	$44^s{,}58$	$46^s{,}33$	$47^s{,}14$	$46^s{,}20$	$45^s{,}27$	$+1^m45^s{,}77$
Мешекли-тугай	+ 2 56,80	56,47	58,24	58,97	58,26	54,72	+ 2 57,24
Сары-Май-тугай	+ 3 47,78	46,62	49,23	49,71	49,40	45,06	+ 3 47,97
Шоръ-тугай	+ 4 25,51	24,11	27,32	27,99	27,38	26,40	+ 4 26,45
Георли-тугай	+ 5 35,04	34,45	37,43	37,61	36,98	33,91	+ 5 35,90
Кеикли-тугай	+ 5 48,81	47,15	48,45	49,47	47,64	45,75	+ 5 47,88
Тугай близъ Кавахлы	+ 6 19,66	17,67	19,22	20,40	18,89	14,85	+ 6 18,45
Гор. Ильчикъ	+ 7 54,59	54,52	53,94	54,11	51,91	45,40	+ 7 52,41
Гор. Устыкъ	+ 8 56,86	57,04	55,89	56,21	53,57	46,22	+ 8 54,30
Гор. Кюикъ-кала	+10 10,01	9,60	10,08	9,16	7,93	3,60	+10 8,40
Чарджуйская переправа	+10 8,34	8,85	8,38	8,13	7,30	5,80	+10 7,80

Изъ наблюденій № 44, 45 и 46 опредѣляемъ разность долготъ Коушутъ-ханъ-кала — пунктъ. Гладышева, въ Мервскомъ оазисѣ:

по Z	$+12^s{,}94$
X	12,78
B	12,90
C	12,88
XIII	13,08
$\frac{K+K'}{2}$	12,08
Среднее	$+12^s{,}78$

Долгота пункта подполковника Гладышева $= +2^h\,5^m\,50^s{,}42$ отъ Пулкова, слѣдовательно долгота вѣхи на Коушутъ-калѣ $= +2^h\,6^m\,3^s{,}20$, а разность Чарджуй — Коушутъ-кала $= +7^m\,2^s{,}99$. Принимая во вниманіе наблюденія № 35 и 44, находимъ ходы хронометровъ между Чарджуемъ и Мервомъ:

	Ходъ въ 1 звѣздн. сутки:
Z	$-2^s{,}317$
X	+1,162
B	+239,520
C	+232,659
XIII	+237,675
K	+247,977
K'	+236,254.

А долготы отъ г. Чарджуя будутъ:

Названіе пункта.	по Z	по X	по B	по C	по XIII	по $\frac{K+K'}{2}$	Среднее.
Кол. Сяльми-кую	$-0^m50^s,63$	$54^s,88$	$53^s,39$	$50^s,96$	$50^s,45$	$45^s,20$	$-0^m50^s,92$
Кол. Эйшанъ-рабатъ	—1 33,15	37,82	36,28	33,36	33,25	27,98	—1 33,64
Кол. Репетекъ	—1 41,80	47,39	45,32	42,31	42,06	38,02	—1 42,82
Ночлегъ	—2 30,61	37,83	34,01	31,16	30,66	27,79	—2 32,01
Кол. Учь-Аджи	—3 13,94	21,89	17,40	13,91	13,91	12,44	—3 15,58
Ночлегъ	—3 54,75	61,64	56,98	54,97	53,94	53,05	—3 55,89
Кол. Беуръ-Дешикъ	—4 17,31	24,00	19,77	17,64	16,25	16,89	—4 18,64
Древній Мервъ	—5 52,96	58,45	54,54	53,57	50,77	55,84	—5 54,36

Отъ Коушутъ-ханъ-калы сдѣланъ былъ рейсъ вверхъ по р. Мургабу. Изъ наблюденій № 47 и 53 получимъ ходы хронометровъ за это время:

	Ходъ въ 1 звѣздн. сутки:
Z	$-3^s,456$
X	+4,112
B	+239,497
C	+232,477
XIII	+233,952
K	+247,217
K'	+236,973

Съ которыми опредѣлимъ долготы отъ Коушутъ-калы слѣдующихъ пунктовъ:

Названіе пункта.	по Z	по X	по B	по C	по XIII	по $\frac{K+K'}{2}$	Среднее.
Гор. Елотанъ	$+2^m\ 3^s,37$	$2^s,20$	$1^s,79$	$2^s,66$	$4^s,09$	$4^s,24$	$+2^m\ 3^s,06$
Урочище Чарбекъ	+2 26,18	28,83	25,03	27,23	26,63	29,43	+2 27,22
Казакли-бентъ	+2 30,95	35,07	29,88	32,60	31,08	34,06	+2 32,27
Урочище Чарбекъ	+2 26,96	30,60	24,81	27,81	27,11	27,68	+2 27,49
Гор. Елотанъ	+2 3,63	6,07	1,27	3,98	4,54	2,65	+2 3,69

Здѣсь двойные результаты для Ёлотана и Чарбека должны быть комбинированы сообразно ихъ вѣсамъ и именно для Ёлотана $+2^m\,3^s,24$, а для Чарбека $+2^m\,27^s,34$.

Въ продолженіи этого рейса мнѣ удалось наблюдать въ ур. Чарбекъ 29 Сентября н. с. покрытія звѣздъ *B. A. C.* 6992 и β Capricorni Луною ($\varphi = 37°\,5'\,49'',2$, зв. мом. покр. для *B. A. C.* 6992 $= 22^h\,22^m\,47^s,48$, а для β Capricorni $= 22^h\,29^m\,10^s,16$).

Одновременно тѣже покрытія были наблюдены г. Залѣсскимъ на Ташкентской обсерваторіи (Astr. Nachr. № 2652, S. 187; $\varphi = 41°\,19'\,32'',2$, $L = +4^h\,37^m\,10^s,80$ отъ Гринича, средн. мом. покр. для *B. A. C.* 6992 $= 10^h\,24^m\,45^s,1$, а для β Capricorni $= 10^h\,30^m\,21^s,5$. Долгота Ташкентской обсерваторіи, вычисленная мною по этимъ покрытіямъ, получилась:

		Поправка:
по B. A. C. 6992	$+4^h\,37^m\,7^s{,}53$	$+3^s{,}27$
по β Capricorni	$+4\;\;37\;\;11{,}03$	$-0{,}23$

А долгота Чарбека получается:

по B. A. C. 6992	$+4\;\;9\;\;39{,}16$
по β Capricorni	$+4\;\;9\;\;45{,}30$

Исправляя послѣдніе результаты предъидущими поправками, получаемъ долготы Чарбека:

по B. A. C. 6992	$+4^h\;\;9^m\,42^s{,}43$	
по β Capricorni	$+4\;\;9\;\;45{,}07$	
Среднее	$+4^h\;\;9^m\,43{,}75$	отъ Гринвича.
	$+2\;\;8\;\;25{,}09$	отъ Пулкова.

Такъ какъ Чарбекъ по нашему опредѣленію лежитъ на $12^s{,}78 + 2^m\,27^s{,}34 = 2^m\,40^s{,}12$ къ Востоку отъ пункта г. Гладышева, то долгота этого послѣдняго будетъ:

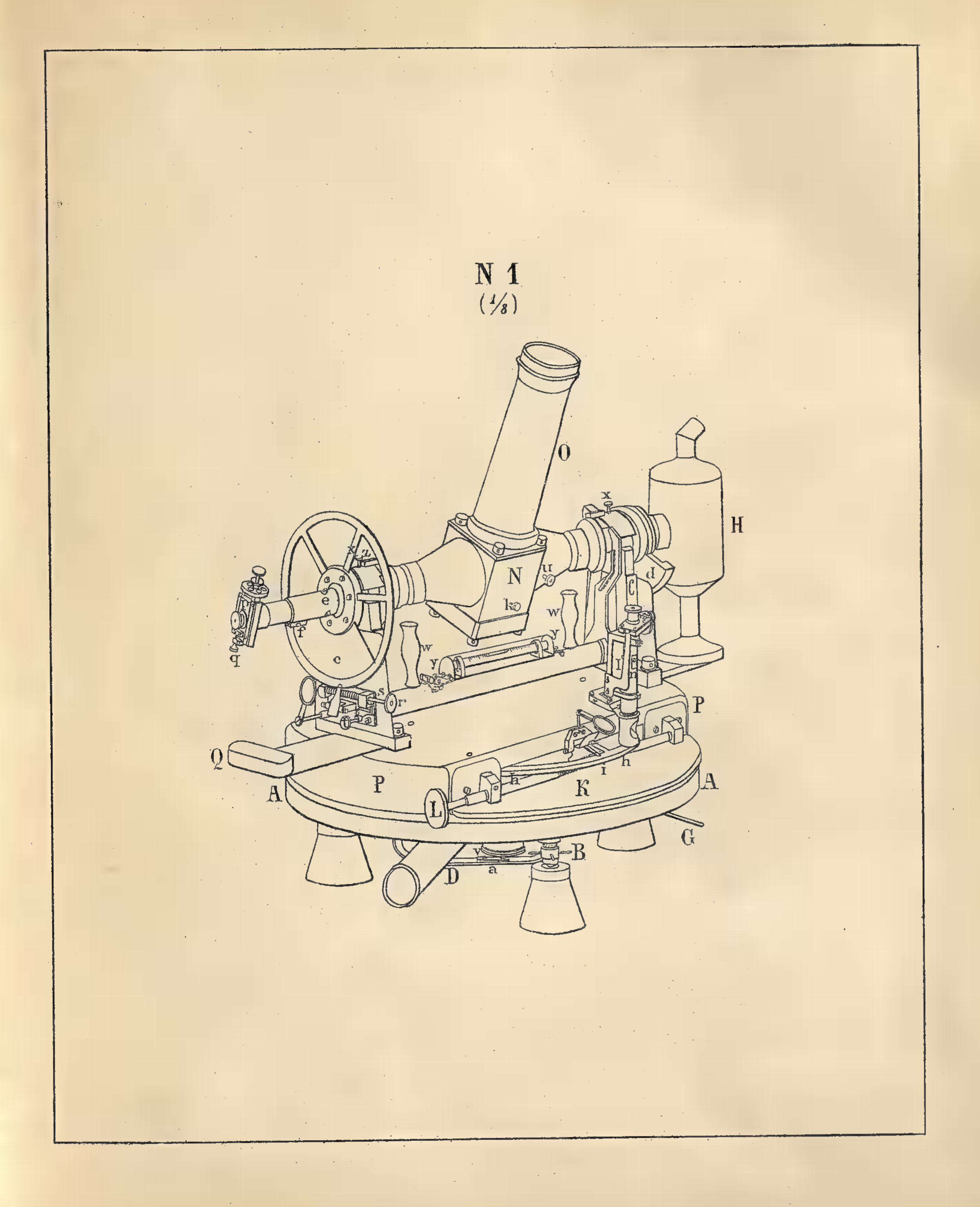
по покрытіямъ	$+2^h\;\;5^m\,44^s{,}97$
а по хронометр. опредѣл. 1882 года . . .	$+2\;\;5\;\;50{,}42$
Разность	$5^s{,}45$

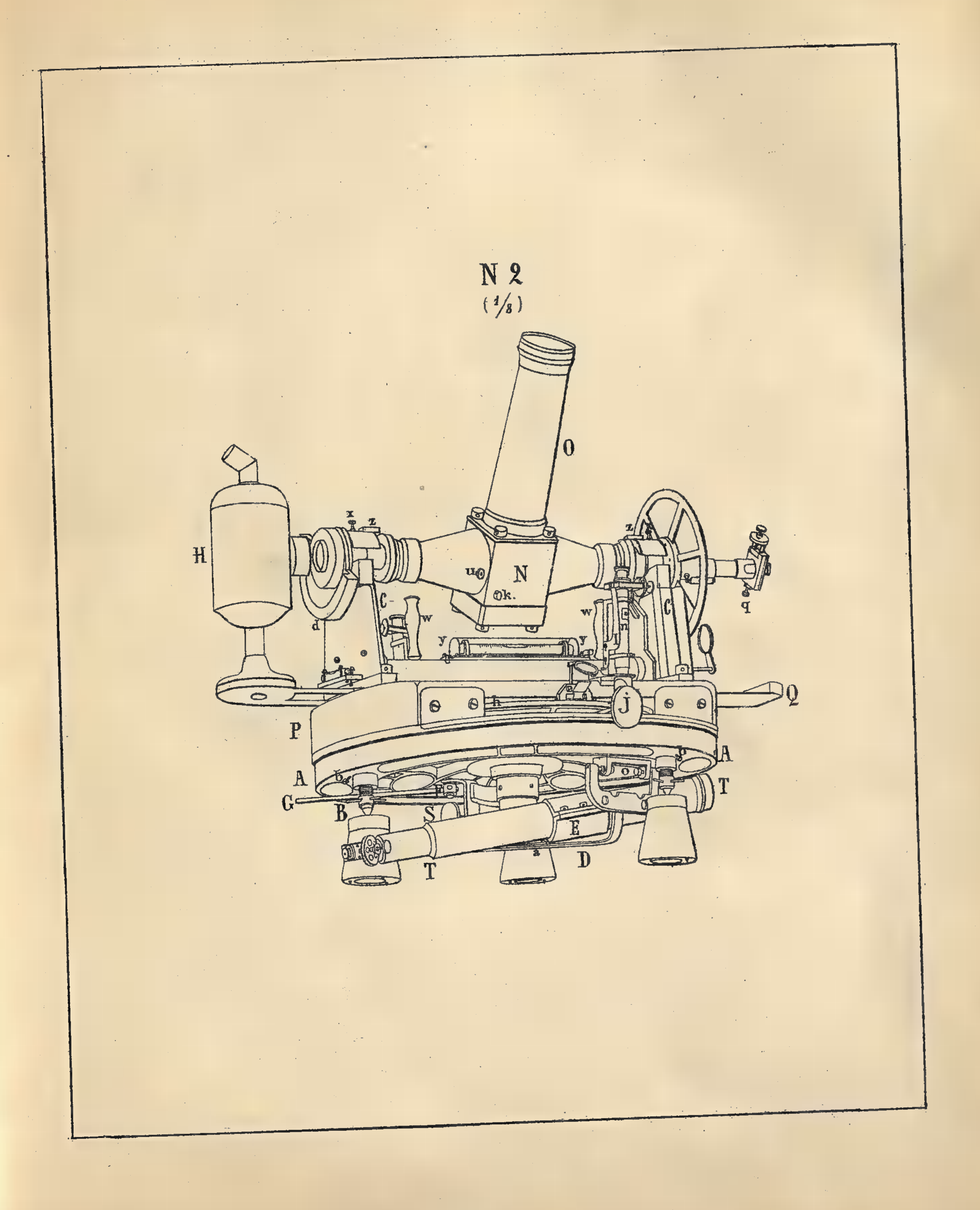
Наконецъ опредѣлимъ долготу переправы Кангали на р. Тедженѣ отъ Арвабекъ-калы, пользуясь наблюденіями № 53, 54 и 55 и разностью долготъ Коушутъ-кала—Арвабекъ-кала $= +5^m\,10^s{,}20$:

по Z	$+1^m\,14^s{,}74$
X	15,04
B	14,26
C	14,69
XIII	14,23
$\frac{K+K'}{2}$	16,83
Среднее	$+1^m\,14^s{,}97$

Вѣроятныя ошибки долготъ въ рейсахъ между Кошъ-Купыромъ и Казаватомъ, Кызылъ-Арватомъ и Петро-Александровскомъ, Петро-Александровскомъ и Чарджуемъ, Чарджуемъ и Мервомъ, могутъ быть выведены по слѣдующей формулѣ:

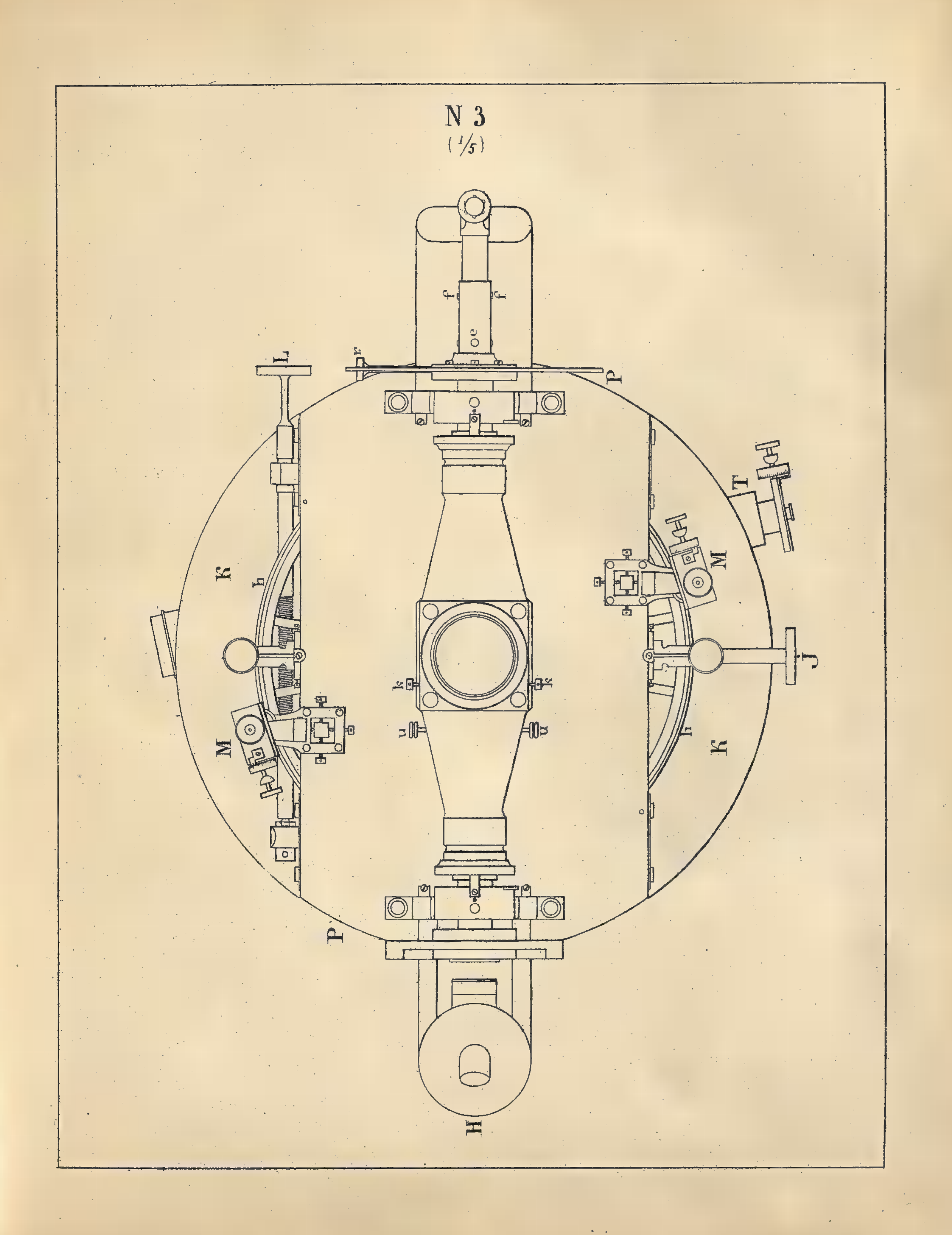
$$\varepsilon_L = \sqrt{\varepsilon_1^2(1-\tau)^2 + \varepsilon_2^2 . \tau^2 + \varepsilon_\Delta^2},$$

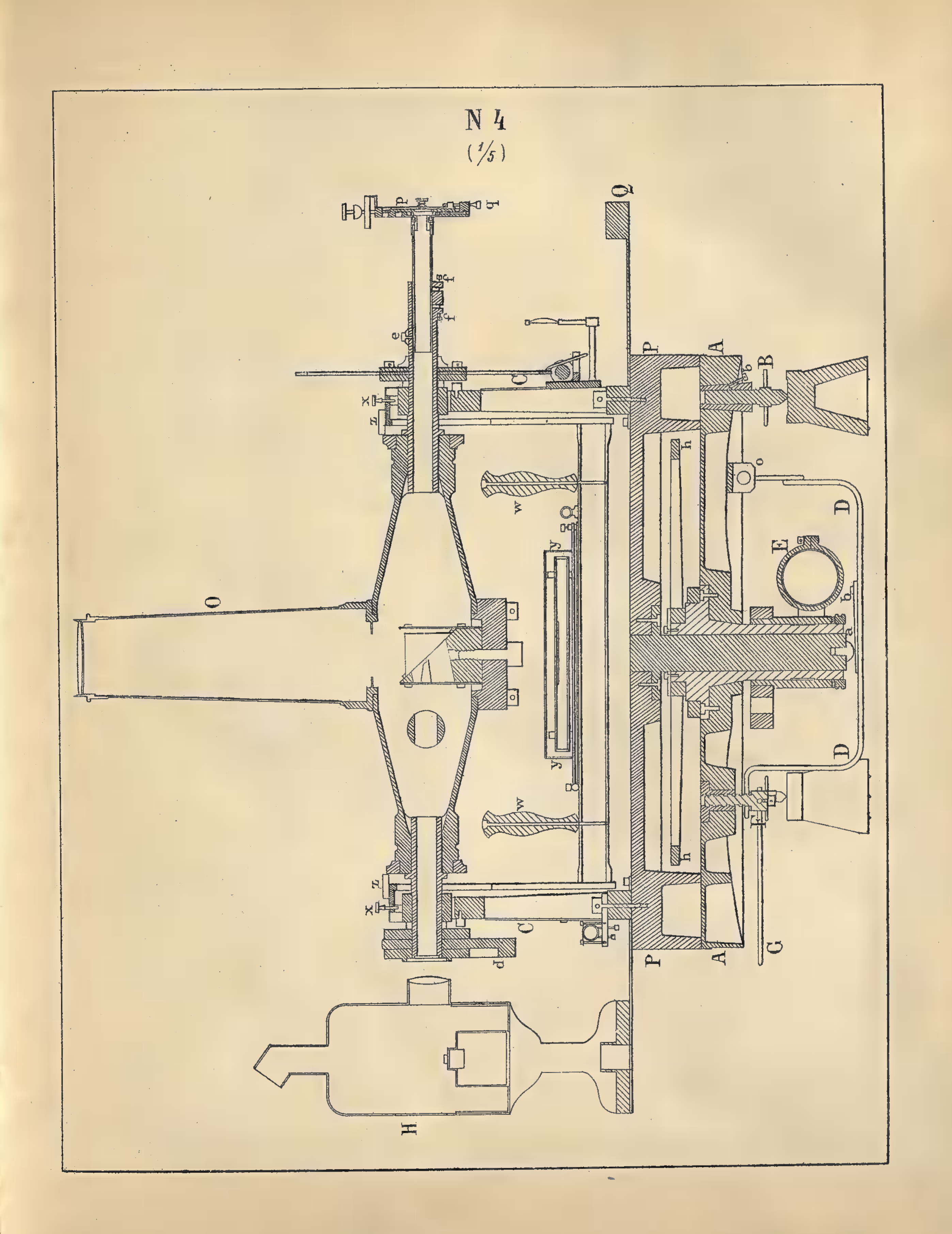

N 1
(1/8)
O
H
N
x
u
k
d
C
w
y
I
e
f
q
c
s
r
P
Q
A
P
K
h
i
L
A
G
B
D
a
v

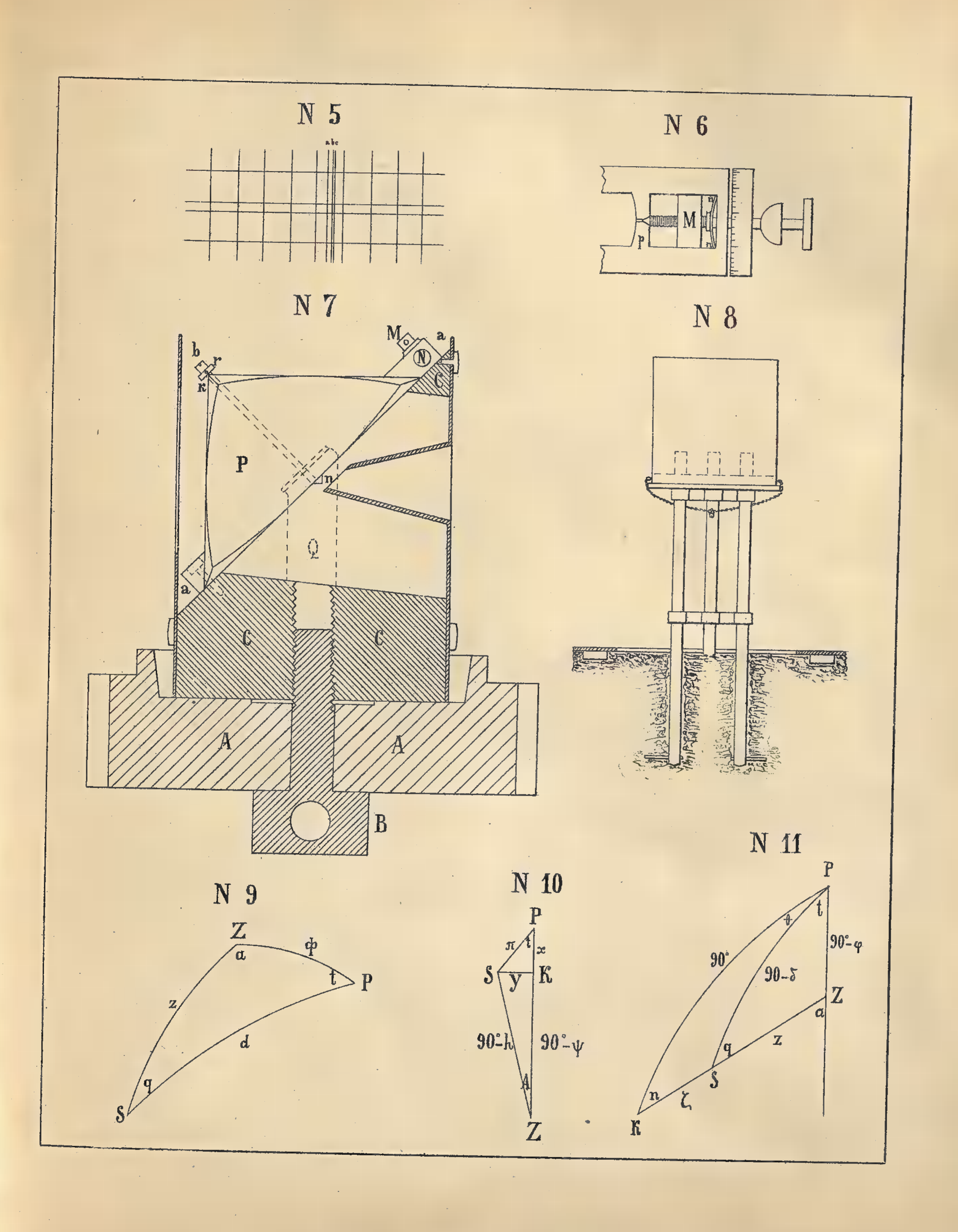

N 2
(1/8)
O
H
N
C
P
Q
J
A
A
T
T
G
B
S
E
D

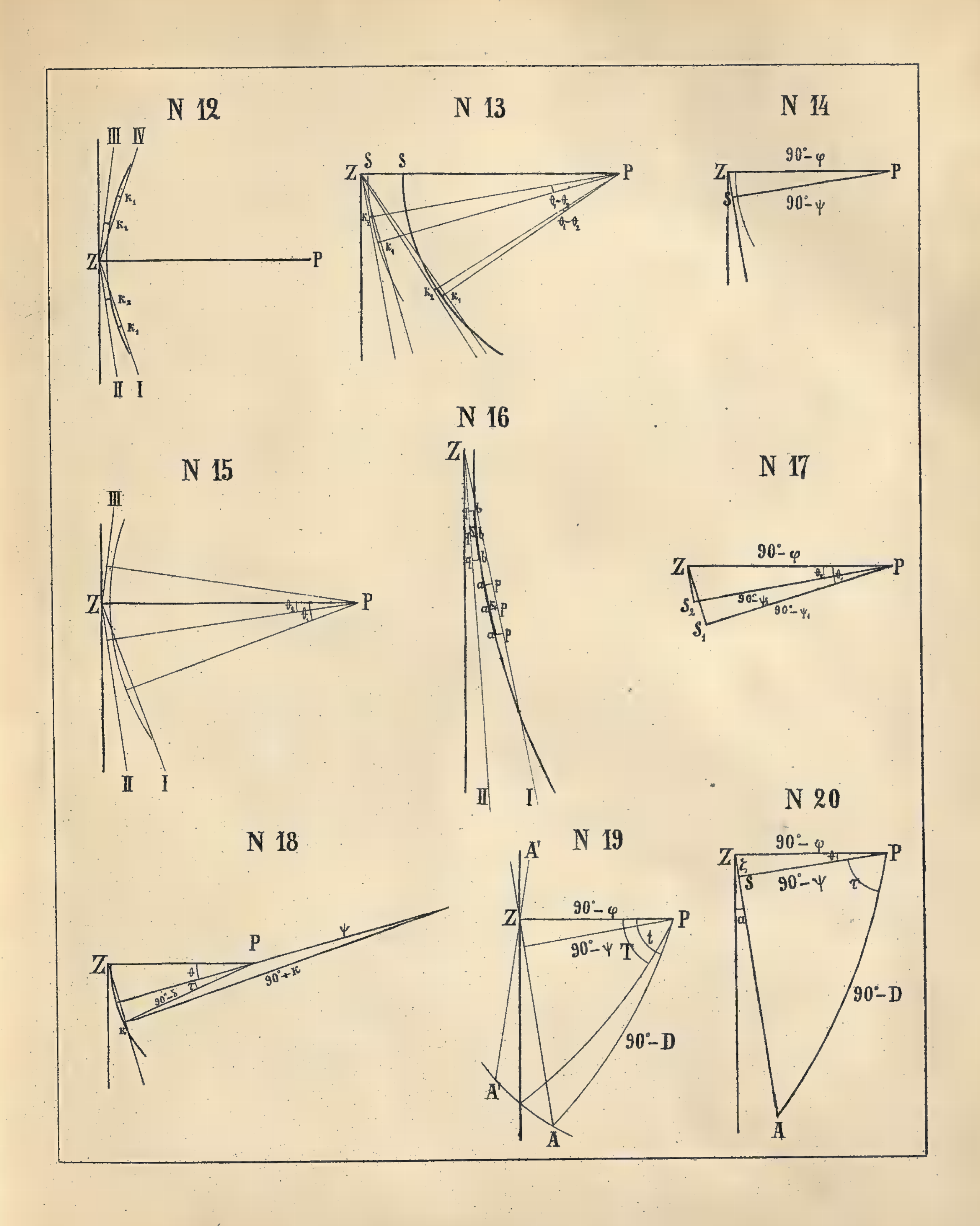
N 3

(1/5)




N 4
(1/5)
Q
P
A
B
C
D
E
G
H
O


N 5
N 6
M
N 7
M
N
a
b
r
P
Q
a
C
C
C
A
A
B
N 8
N 9
Z
a
φ
t
P
z
d
q
S
N 10
P
t
π
x
S
y
K
90°-h
90°-ψ
A
Z
N 11
P
t
90°
90-δ
90°-φ
Z
a
q
z
S
n
ζ
K



N 12
N 13
N 14
N 15
N 16
N 17
N 18
N 19
N 20
90°- φ
90°- ψ
90°-D

гдѣ:

ε_L .... есть вѣроятн. ошибка опредѣляемаго пункта,

ε_1 .... » » » начальнаго »

ε_2 .... » » » конечнаго »

τ .... » отношеніе времени, протекшаго отъ начала рейса къ общей продолжительности рейса.

ε_Δ .... » вѣроятн. ошибка средняго результата изъ отдѣльныхъ хронометровъ.

При вычисленіи принято, что вѣроятная ошибка долготы изъ одного покрытія $= \pm 1{,}^s69$, а таковыя для пунктовъ г. Гладышева:

Кызылъ-Арвата....	$\pm 0{,}^s21$
Мерва...........	$\pm 0{,}67$
Арвабекъ-калы.....	$\pm 0{,}62$

Указанная формула справедлива только въ томъ случаѣ, когда ошибки начальнаго и конечнаго пункта между собою независимы. Поэтому для рейсовъ: Петро-Александровскъ — Хива, Коушутъ-кала — пунктъ г. Гладышева, Коушутъ-кала — Арвабекъ-кала и Мургабскаго рейса вѣроятныя ошибки долготъ вычислены по формулѣ:

$$\varepsilon_L = \sqrt{\varepsilon^2_1 + \varepsilon^2_\Delta}.$$

Вѣроятная ошибка широтъ получилась изъ согласія сѣверной и южной звѣздъ, причемъ была исключена обнаружившаяся постоянная разность между ними $2{,}''5$. Величина ея для средняго вывода изъ одной пары оказалась равной $\pm 0{,}''42$. Въ трехъ пунктахъ мною получены широты, уже ранѣе опредѣленныя подполковникомъ Гладышевымъ:

	Кызылъ-Арватъ.	Мервъ.	Арвабекъ-кала.
по моему опредѣленію...	38° 59′ 7,″5	37° 35′ 17,″9	36° 46′ 25,″7
по г. Гладышеву.......	38 59 7,9	37 35 18,3	36 46 24,0
Разность.....	—0,″4	—0,″4	+1,″7

Ниже прилагается окончательный списокъ опредѣленныхъ мною пунктовъ.

№	Названіе пункта и мѣсто инструмента.	Широта.	Долгота къ востоку отъ Пулкова		Вѣроятная ошибка.
			во времени.	въ градусахъ.	
1	**1-й ночлегъ**; между Кызылъ-Арватомъ и колодцами Пурунъ	39°10′34,″5	$+1^h44^m39{,}^s6$	+26° 9′54,″0	$\pm 0{,}^s52$
2	**2-й ночлегъ**; между колодцами Пурунъ и Наурлы.	39 20 16,3	+1 44 56,3	+26 14 4,5	± 0,66
3	**Кол. Наурлы**; на 2 сажени западнѣе и на 20 саженъ южнѣе западнаго колодца	39 30 24,0	+1 45 48,2	+26 27 3,0	± 0,74
4	**Кол. Нижніе Игды**; на 4 сажени восточнѣе и на 12 саженъ сѣвернѣе сѣвернаго колодца..............	39 56 47,8	+1 46 12,9	+26 33 13,5	± 1,14
5	**7-й ночлегъ**; на Узбоѣ..............	40 8 56,1	+1 46 51,8	+26 42 57,0	± 1,27
6	**Кол. Бала-Ишемъ**; на 21 сажень западнѣе и на 4 сажени сѣвернѣе сѣвернаго колодца..............	40 15 7,8	+1 48 7,0	+27 1 45,0	± 1,38

№	Названіе пункта и мѣсто инструмента.	Широта.	Долгота къ востоку отъ Пулкова		Вѣроятная ошибка.
			во времени.	въ градусахъ.	
7	**Кол. Ортаную**; на 41 сажени восточнѣе и на 7 саженъ сѣвернѣе южнаго колодца	40°42′ 0″,1	+1^{h}48^{m}42^s,9	+27°10′43″,5	± 1^s,56
8	**Кол. Нефесъ-кую**; на 3 сажени восточнѣе и на 21 сажень сѣвернѣе южнаго колодца	40 53 9,8	+1 49 20,0	+27 20 0,0	± 1,53
9	**Кол. Хатибъ**; (Гяуръ-кую)	41 25 33,0	+1 52 36,6	+28 9 9,0	± 1,25
10	**Канъ близъ развалинъ кр. Шахъ Сенемъ**	41 35 58,9	+1 53 39,0	+28 24 45,0	± 1,30
11	**18-й ночлегъ**; близъ арыка	41 52 55,8	+1 55 3,6	+28 45 54,0	± 1,55
12	**Гор. Ильяллы**; на 4 сажени южнѣе края ханскаго дворца, на дорогѣ	41 52 33,3	+1 57 16,4	+29 19 6,0	± 1,50
13	**Гор. Ташаузъ**; въ ханскомъ саду	41 50 2,1	+1 58 36,9	+29 39 13,5	± 1,49
14	**Гор. Кятъ**; на 4 сажени западнѣе и на 10 саженъ южнѣе югозападнаго угла дома муллы Аддагаппара, около прѣснаго озера, противъ восточной стѣны крѣпости	41 42 6,2	+2 0 11,2	+30 2 48,0	± 1,44
15	**Гор. Ургенчъ**; на 20 саженъ сѣвернѣе южныхъ воротъ ханскаго сада	41 33 57,8	+2 1 12,5	+30 18 7,5	± 1,46
16	**Гор. Ханки**; близъ переправы	41 29 29,3	+2 1 57,8	+30 29 27,0	± 1,48
17	**Гор. Петро-Александровскъ**; дворъ офицерскаго собранія	41 28 22,7	+2 2 44,6	+30 41 9,0	± 1,47
18	**Гор. Хива**; дворъ дома дивана-беги Матъ-Мурата, центръ круглаго кирпичнаго возвышенія	41 23 0,1	+2 0 10,6	+30 2 39,0	± 1,46
19	**Базирьянъ-тугай**; мѣсто ночлега близъ берега р. Аму-Дарьи	41 18 42,1	+2 4 30,4	+31 7 36,0	± 1,32
20	**Мешекли-тугай**; тоже	41 12 46,1	+2 5 41,8	+31 25 27,0	± 1,32
21	**Сары-май-тугай**; тоже	41 2 41,9	+2 6 32,6	+31 38 9,0	∓ 1,32
22	**Шоръ-тугай**; тоже	40 36 10,7	+2 7 11,0	+31 47 45,0	± 1,20
23	**Георли-тугай**; тоже	40 13 58,0	+2 8 20,5	+32 5 7,5	± 1,20
24	**Кеикли-тугай**; тоже	40 0 23,5	+2 8 32,5	+32 8 7,5	± 1,17
25	**Тугай противъ укр. Кавахлы**; тоже	39 48 35,7	+2 9 3,0	+32 15 45,0	± 1,25
26	**Гор. Ильчикъ**; на 44 сажени западнѣе дороги изъ дер. Акърабатъ въ гор. Устыкъ и на 22 сажени сѣвернѣе сѣвернаго края городской площади	39 25 9,5	+2 10 37,0	+32 39 15,0	± 1,58
27	**Гор. Устыкъ**; на 14 саженъ восточнѣе и на 21 сажень южнѣе центра круглой крѣпостной скалы	39 20 15,3	+2 11 38,9	+32 54 43,5	± 1,72
28	**Гор. Кюикъ-кала**; на восточномъ краю деревни, вблизи базара, на 15 саженъ сѣвернѣе дороги изъ Устыка въ Бетыкъ, въ 3 саж. къ востоку отъ крайняго зданія	39 13 5,1	+2 12 53,0	+33 13 15,0	± 1,54
29	**Чарджуйская переправа**; въ 2 саж. отъ лѣваго берега р. Аму-Дарьи и на 30 саж. ниже шатра завѣдующаго переправой	39 8 8,0	+2 12 52,4	+33 13 6,0	± 1,53
30	**Гор. Чарджуй**; дворъ дома Мемахана	39 1 33,8	+2 13 6,2	+33 16 33,0	± 1,69
31	**Кол. Сяльми-кую**; на 7$^1/_2$ саженъ восточнѣе и на 26 саженъ южнѣе колодца	38 49 39,2	+2 12 15,3	+33 3 49,5	± 1,43
32	**Кол. Эйшанъ-рабатъ**	38 42 56,5	+2 11 32,6	+32 53 9,0	± 1,35
33	**Кол. Репетекъ**	38 33 53,7	+2 11 23,4	+32 50 51,0	± 1,27
34	**Ночлегъ между кол. Репетекъ и Учь-Аджи**	38 17 48,1	+2 10 34,2	+32 38 33,0	± 1,27
35	**Кол. Учь-Аджи**; на 8 саженъ восточнѣе и на 8 саженъ южнѣе западнаго колодца	38 5 7,6	+2 9 50,6	+32 27 39,0	± 1,24
36	**Ночлегъ между Учь-Аджи и Беуръ-Дешикомъ**	37 53 59,2	+2 9 10,3	+32 17 34,5	± 1,11
37	**Кол. Беуръ-Дешикъ**	37 44 14,4	+2 8 47,5	+32 11 52,5	± 1,05
38	**Древній Мервъ**; близъ дороги и арыка	37 37 25,3	+2 7 11,8	+31 47 57,0	± 0,95
39	**Мервъ**; вѣха топографовъ на Коушутъ-ханъ-калѣ близъ русскаго укрѣпленія	37 35 37,6	+2 6 3,2	+31 30 48,0	± 0,67
40	**Гор. Елотанъ**; у берега р. Мургаба, близъ палатки топографа	37 18 46,3	+2 8 6,4	+32 1 36,0	± 0,71
41	**Уроч. Чарбекъ**; близъ палатки топографа	37 5 49,2	+2 8 30,5	+32 7 37,5	± 0,75
42	**Казакли-бентъ**; мѣсто инструмента находилось къ юго-западу отъ плотины, обозначено землянымъ холмикомъ	36 51 34,5	+2 8 35,5	+32 8 52,5	± 0,87
43	**Переправа Кангали**; на 8 саж. восточнѣе и на 5 саж. сѣвернѣе холмика, поросшаго гребенщикомъ и обозначеннаго короткой вѣхой; на крутомъ лѣвомъ берегу р. Теджена у обрыва, вблизи дороги и поворота рѣки	36 58 40,0	+2 2 8,0	+30 32 0,0	± 0,67

Изъ наблюденій барометра и термометра во время астрономическихъ опредѣленій, съ помощью одновременныхъ наблюденій Красноводской метеорологической станціи, выведены были высоты перечисленныхъ пунктовъ надъ уровнемъ Чернаго моря въ футахъ. Отсчеты метеорологическихъ инструментовъ производились въ то время дня, когда, съ паденьемъ температуры, быстро подымался барометръ. Это обстоятельство, вмѣстѣ съ отдаленностью станціи сравненія, было неблагопріятно для опредѣленія высотъ изъ соотвѣтственныхъ наблюденій; кромѣ того, такой нѣжный и непостоянный инструментъ, какъ анероидъ, склоненъ мѣнять свои поправки во время продолжительнаго пути (поправка моего анероида была: въ Тифлисѣ, въ Апрѣлѣ, —4,4 mm.; въ Петро-Александровскѣ, въ Іюнѣ, —4,9 mm.; въ Тифлисѣ, въ Ноябрѣ, —9,7 mm.). Поэтому приводимые ниже результаты не могутъ претендовать на точность, которую можно достигнуть барометромъ при наилучшихъ условіяхъ.

1-й ночлегъ	181
2-й »	125
Кол. Наурлы	188
» Нижн. Игды	41
Между Игдами и Бала-Ишемомъ	143
Кол. Бала-Ишемъ	240
» Ортаную	141
» Нефесъ-кую	17
» Хатибъ	213
Разв. Шахъ-Сенемъ	122
18-й ночлегъ	32
Гор. Ильяллы	42
» Ташаузъ	26
» Кятъ	84
» Ургенчъ	165
» Хинки	573
» Петро-Александровскъ	300
» Хива	351
Базирьянъ-тугай	375
Мешекли-тугай	521
Сары-май-тугай	494
Шоръ-тугай	608
Георли-тугай	504
Кеикли-тугай	470
Тугай пр. Кавахлы	651
Гор. Ильчикъ	248
» Устыхъ	577
» Кюинъ-кала	556
Чарджуйск. переправа	618
Гор. Чарджуй	433
Кол. Сяльми-кую	682
» Эйшанъ-рабатъ	560
» Репетекъ	493
Между Репет. и Учь-Аджи	534
Кол. Учь-Аджи	275
» Беуръ-Дешикъ	580
Древній Мервъ	358
Гор. Мервъ	563
» Ёлотанъ	377
Ур. Чарбекъ	706
Казакли-бентъ	514
Перепр. Кангали	363
Сел. Чаача	324

VI.

Хронометрическая экспедиція изъ Иркутска въ городъ Верхоленскъ и въ Нилову Пустынь 1882 года.

Капитана **Поляновскаго.**

Опредѣленіе Верхоленска.

Въ концѣ Августа 1882 года я получилъ приказаніе отъ Начальника Восточно-Сибирскаго Военно-Топографическаго Окружнаго Отдѣла опредѣлить широту и долготу города Верхоленска.

Верхоленскъ, уѣздный городъ Иркутской губерніи, лежитъ на правомъ берегу рѣки Лены, въ разстояніи $273\frac{1}{2}$ верстъ къ сѣверу отъ Иркутска. Дорога изъ Иркутска въ Верхоленскъ идетъ первоначально въ сѣверо-восточномъ направленіи по рѣкѣ Кудѣ, притоку Ангары и потомъ вверхъ по рѣчкѣ Каменкѣ, притоку Куды. У села Большая Манзура, въ разстояніи 200 верстъ отъ Иркутска, дорога поворачиваетъ на сѣверо-западъ и достигаетъ Лены у села Качуга, гдѣ переходитъ на правый ея берегъ. Остальныя 36 верстъ до Верхоленска дорога идетъ или по гористому берегу рѣки, или у самой рѣки, подъ нависшими скалами краснаго песчанника. Дорога грунтовая и довольно удобна для переѣздовъ въ экипажѣ на длинныхъ дрожинахъ. Это обстоятельство дало возможность, не смотря на значительный переѣздъ впередъ и назадъ (547 верстъ), совершить полное опредѣленіе долготы въ теченіи 10-ти дней.

Астрономическія наблюденія, начатыя въ Иркутскѣ 30-го Августа *), производились при помощи вертикальнаго круга Репсольда № 94, барометра Гербста, большаго термометра и 4-хъ столовыхъ хронометровъ:

*M**	J. Viren	№ 41,	звѣздный
C	Frodsham	№ 2894,	средній
D	»	№ 2897,	»
K	»	№ 2947,	»

Наблюденія въ Иркутскѣ производились на каменномъ столбѣ на театральной площади (мѣсто наблюденій Шарнгорста); въ Верхоленскѣ — въ оградѣ церкви, посреди двора. Въ по-

*) Всѣ числа выражены по новому стилю.

слѣднемъ пунктѣ, мѣсто наблюденій обезпечено каменной плитою со свинцовой заливкою, положенною на глубинѣ $1\frac{1}{2}$ аршина, надъ которою, на поверхности земли поставленъ деревянный столбъ.

Порядокъ и число наблюденій показаны въ слѣдующемъ спискѣ:

	Время сравн. хронометровъ по *M**	O	W	N	S
☿ 30 Августа Иркутскъ	$20^h\ 6^m$		α Coronae (12) *)		
		α Andromedae (12)			
	22 30				
☉ 3 Сентября Верхоленскъ	18 0			α Polaris (8)	
♂ 5 Сентября Верхоленскъ	18 0	α Cygni (8)			
			ε Bootis (8)		
			α Bootis (8)		
		α Andromedae (8)			
					α Lyrae (8)
					α Aquilae (8)
	22 10			α Polaris (8)	
♄ 9 Сентября Иркутскъ	18 0		α Coronae (16)		
		α Andromedae (16)			
	21 43				

Наблюденія звѣздъ на востокѣ и западѣ производились по возможности вблизи 1-го вертикала, для опредѣленія поправки часовъ; а на сѣверѣ и югѣ — вблизи меридіана, для широты. Каждое наблюденіе звѣзды состояло изъ симметричныхъ наведеній при обоихъ положеніяхъ инструмента; сравненіе хронометровъ дѣлалось до и послѣ наблюденій; записывались также показанія барометра и термометра.

Для вычисленій, мѣста звѣздъ взяты изъ Берлинскаго каталога на 1882 годъ. Поправки хронометра и широта вычислены по извѣстнымъ формуламъ.

Результаты сравненій хронометровъ и вычисленій суть:

	C	*D*	*K*	*M**	U_{M^*}
☿ 30 Авг. Иркутскъ	$8^h31^m24^s{,}08$	$8^h44^m39^s{,}24$	$9^h37^m\ 2^s{,}94$	$21^h18^m\ 0^s{,}00$	$-1^h35^m15^s{,}47$
♂ 5 Сент. Верхоленскъ	6 54 53,70	7 8 19,84	8 0 35,32	20 5 0,00	—1 30 3,66
♄ 9 Сент. Иркутскъ	6 25 36,88	6 39 11,14	7 31 19,75	19 51 30,00	—1 35 9,77

Изъ этихъ данныхъ легко найти поправки всѣхъ хронометровъ, а также и суточные ходы ихъ для переноса времени съ наблюденій 30 Августа и 9 Сентября, въ Иркутскѣ, на время наблюденія 5 Сентября въ Верхоленскѣ. Сравненіе одномоментныхъ поправокъ, опредѣленныхъ изъ наблюденій въ Иркутскѣ и Верхоленскѣ, дало разность долготъ упомянутыхъ пунктовъ по каждому хронометру отдѣльно:

Верхоленскъ — Иркутскъ $= +\ 5^m\ 7^s{,}92$ по *C*
$= +\ 5\ \ 8{,}36$ » *D*
$= +\ 5\ \ 7{,}55$ » *K*
$= +\ 5\ \ 8{,}40$ » *M**

Среднее Верхоленскъ — Иркутскъ $= +\ 5^m\ 8{,}06 \pm 0{,}14$

Долгота Верхоленска отъ Пулкова, а также и вычисленная широта будутъ даны въ концѣ статьи.

---

*) Цифры въ скобкахъ означаютъ число пронаблюденныхъ наведеній на каждую звѣзду.

Опредѣленіе Ниловой Пустыни.

Нилова Пустынь или Турано-Ниловскія минеральныя воды получили свое названіе отъ основателя Пустыни Иркутскаго епископа Нила и близъ лежащаго пограничнаго Турановскаго поста. Отъ Иркутска Пустынь находится въ 249 верстахъ. Дорога изъ Иркутска на Пустынь идетъ до Култука (90 вер.) по извѣстному кругобайкальскому тракту. Отъ Култука поворачиваетъ на западъ и идетъ по долинѣ р. Иркута, переходя съ одного берега на другой и пересѣкая множество горныхъ ручьевъ. Всѣ эти ручьи берутъ начало съ пограничнаго хребта Гурби-Дабанъ, который у Ниловой Пустыни подходитъ къ рѣкѣ Иркуту очень близко (около 20 вер.). На всемъ пути къ Ниловой Пустыни много неудобныхъ переправъ. Рѣчки большой и малый Зангисанъ завалены большими обломками скалъ даже въ мѣстахъ переправы, вслѣдствіе чего переправа черезъ эти рѣчки въ экипажѣ представляется очень опасною: мой экипажъ былъ спускаемъ на веревкахъ, удерживаемыхъ верховыми провожатыми.

По всей вѣроятности при этихъ переправахъ одинъ изъ моихъ хронометровъ сдѣлалъ скачекъ, обнаружившійся изъ сравненій, что заставило меня не принимать его во вниманіе при выводѣ долготы. Китайская граница находится въ 35 верстахъ отъ Пустыни въ узлѣ хребта Гурби-Дабанъ, составляющаго водораздѣлъ между системами рѣкъ Ангары, Селенги и озера Косоголъ. Сіе послѣднее отстоитъ отъ Пустыни въ 70 верстахъ. Мѣстность вблизи Турано-Ниловскихъ минеральныхъ водъ вполнѣ соотвѣтствуетъ названію Пустыни: болѣе уединеннаго и дикаго мѣста среди высокихъ горъ найти трудно.

Порядокъ и число наблюденій по опредѣленію Ниловой Пустыни показано въ слѣдующей таблицѣ:

	Время сравн. хронометровъ по $M*$	O	W	N	S
♀ 29 Сентября Иркутскъ.....	$18^h 24^m$		α Coronae (8)		
		α Andromedae (8)			
		[illegible] Andromedae (4)			
			α Lyrae (4)		
	22 50				
☿ 4 Октября Нилова Пустынь	18 0			α Polaris (8)	
					α Aquilae (8)
			α Coronae (8)		
			α Coronae (8)		
		α Andromedae (8)			
		α Andromedae (8)			
				α Polaris (8)	
	23 56				ε Pegasi (8)
♃ 5 Октября Нилова Пустынь	18 0				
				α Polaris (8)	
					ζ Aquilae (8)
				α Polaris (8)	
					α Aquilae (8)
			α Coronae (8)		
		α Andromedae (8)			
	22 27				
☾ 9 Октября Иркутскъ.....	18 0		α Coronae (8)		
			α Coronae (8)		
		α Andromedae (8)			
		α Andromedae (8)			
	22 0				

Мѣсто наблюденія, обозначенное, какъ и въ Верхоленскѣ, зарытою плитою и деревяннымъ столбомъ, находится у моста, у лѣваго берега рѣки Эхе-Угунъ.

Сравненія хронометровъ и поправки рабочаго хронометра *M* показаны въ прилагаемой таблицѣ:

			C	D	K	M^*	U_{M^*}
♀	29 Сент.	Иркутскъ	$5^h52^m\ 4^s{,}77$	$6^h\ 6^m\ 3^s{,}33$	$6^h57^m34^s{,}37$	$20^h37^m\ 0^s{,}00$	$-1^h35^m\ 6^s{,}38$
☿	4 Окт.	Нил. Пуст.	5 53 7,58	6 7 19,01	6 58 39,10	20 58 0,00	—1 45 30,34
♃	5 Окт.	Нил. Пуст.	5 4 46,78	5 19 0,79	6 10 18,92	20 13 30,00	—1 45 30,59
☾	9 Окт.	Иркутскъ	9 35 13,26	4 49 37,95	5 40 48,40	20 0 0,00	—1 35 13,60

Найдя по этимъ даннымъ поправки всѣхъ хронометровъ, выведенъ суточный ходъ каждаго изъ нихъ, причемъ выключенъ ходъ на мѣстѣ въ теченіе сутокъ съ 4 по 5 Октября въ Ниловой Пустыни. Съ этими суточными ходами получено для искомой разности долготъ:

Нилова Пустынь — Иркутскъ $= -10^m26^s{,}10$ по хрон. *C*
$= -10\ 25{,}86$ » » *D*
$= -10\ 25{,}28$ » » *K*
$=(-10\ 20{,}08$ » » M^*)

Въ среднемъ изъ 3-хъ хронометровъ (M^* выброшенъ) получается

Нилова Пустынь — Иркутскъ $= -10^m25^s{,}75 \pm 0^s{,}20$

Широты обоихъ вышеупомянутыхъ пунктовъ опредѣлены для Верхоленска изъ 2-хъ паръ, а для Ниловой Пустыни изъ 4-хъ паръ звѣздъ.

Принимая же, согласно телеграфному опредѣленію 1873 года, долготу каменнаго столба на театральной площади въ Иркутскѣ, отъ Пулкова, равной $4^h\ 55^m\ 49^s{,}46$, получимъ:

	φ	L во времени.	L въ градусахъ.
Верхоленскъ, дерев. ст. въ оградѣ церкви	$54^\circ\ 5'40''{,}2 \pm 0''{,}3$	$5^h\ 0^m57^s{,}52 \pm 0^s{,}14$	$75^\circ14'22''{,}8$
Нил. Пуст., дер. ст. у лѣв. бер. р. и у моста	51 41 22,1 ± 0,2	4 45 23,71 ± 0,20	71 20 55,6

VII.

Хронометрическая экспедиція въ Хивинское ханство, произведенная въ 1873 году геодезистомъ капитаномъ Солимани.

(Генеральнаго Штаба штабсъ-капитана **Гедеонова**).

При открытіи военныхъ дѣйствій противъ Хивы, весною 1873 года, къ оренбургскому отряду былъ прикомандированъ геодезистъ капитанъ Солимани, нынѣ умершій, для производства астрономическихъ опредѣленій въ предѣлахъ ханства. Для этой цѣли г. Солимани былъ снабженъ кругомъ Пистора, четырьмя столовыми хронометрами, идущими по среднему времени, барометромъ и термометрами.

Исходнымъ пунктомъ экспедиціи служилъ гор. Иргизъ, географическое положеніе котораго было опредѣлено въ 1868 году полковникомъ Тилло.

Изъ Иргиза экспедиція выступила 1-го Апрѣля и слѣдовала по западному берегу Аральскаго моря.

Изъ числа нижепоименованныхъ пунктовъ, въ которыхъ производились наблюденія, въ Кассармѣ, Ханки и Кувантъ-Джармѣ широта опредѣлена по полуденнымъ высотамъ солнца, а въ остальныхъ для этой цѣли наблюдались высоты пары звѣздъ, кульминирующихъ приблизительно въ одинаковыхъ разстояніяхъ къ югу и къ сѣверу отъ зенита. Поправки хронометровъ получались также по высотамъ двухъ звѣздъ, за исключеніемъ наблюденій 28 Марта (Иргизъ), 1 и 2 Іюня (ханскій садъ въ Хивѣ), 24 Іюля (Ильяллы) и 2 Августа (Кувантъ-Джарма), когда онѣ были опредѣлены по соотвѣтственнымъ высотамъ солнца.

Сравненія хронометровъ съ тринадцатибойщикомъ дѣлались каждыя сутки, а также до и послѣ наблюденій.

Наблюденія производились только при одномъ положеніи инструмента, и въ измѣренныя высоты вводилась коллимаціонная ошибка, относительно опредѣленія которой въ журналѣ г. Солимани впрочемъ не имѣется никакихъ указаній.

Судя по согласію отдѣльныхъ наведеній, вѣроятная ошибка поправки часовъ изъ измѣренія одной высоты свѣтила получается равной $\pm 0^s,6$, а такая же ошибка для широты равняется $\pm 6''$. Такъ какъ полныя наблюденія заключали въ себѣ 16 отдѣльныхъ наведеній на два свѣтила, то въ окончательныхъ результатахъ можно подозрѣвать ошибку, происходящую отъ неточности наведеній, около $\pm 0^s,15$ для поправки хронометра и $\pm 1'',5$ для широты. Сюда надо прибавить вліяніе не вполнѣ исключающихся систематическихъ ошибокъ инструмента, ошибки отъ перемѣнчивости его между наблюденіями двухъ звѣздъ и отъ другихъ источниковъ. Не имѣя возможности вывести изъ данныхъ экспедиціи вѣроятныя ошибки окончательныхъ поправокъ часовъ, происходящія отъ совмѣстнаго вліянія всѣхъ названныхъ причинъ, можно однако быть увѣреннымъ, что онѣ ничтожны въ сравненіи съ ошибками переноса времени, такъ что погрѣшности долготъ всецѣло зависятъ отъ этихъ послѣднихъ.

Въ слѣдующихъ таблицахъ показаны данныя, необходимыя для вывода долготъ.

Сравненія хронометровъ.

Названіе пункта.	Мѣсяцъ и число.	Время по XIII.	XIII — *E*	XIII — *T*	XIII — *K*
Гор. Иргизъ...........	28 Марта	$23^h\ 53^m$	— $7^m\ 26^s,24$	— $7^m\ 9^s,77$	— $5^m\ 19^s,02$
Родн. Кассарма........	26 Апр.	0 7	+ 3 52,43	+ 0 57,68	+ 2 59,36
» »	27 »	8 23	+ 4 19,53	+ 1 16,45	+ 3 20,91
Разв. Давлетъ-Гирей.....	28 »	9 38	+ 4 43,63	+ 1 34,30	+ 3 39,90
Родн. Кабанъ-Бай.......	29 »	9 5	+ 5 6,56	+ 1 51,13	+ 3 57,14
Коп. Койке............	30 »	8 53	+ 5 29,70	+ 2 8,36	+ 4 14,11
Разв. Джаны-Кала	3 Мая	8 59	+ 6 40,12	+ 2 58,28	+ 5 6,04
» »	5 »	9 8	+ 7 27,77	+ 3 29,69	+ 5 41,42
Гор. Кунградъ..........	8 »	11 19	+ 8 39,62	+ 4 15,82	+ 6 33,77
» Мангытъ..........	20 »	9 50	+13 8,54	+ 8 15,84	+ 9 48,20
» Кошъ-Купыръ......	25 »	10 34	+15 2,83	+ 8 29,84	+11 8,03
» Хива (ханскій садъ)...	1 Іюня	23 59	+17 48,99	+10 9,48	+13 6,65
» Хива (ханскій дворецъ)	2 »	10 7	+17 57,91	+10 14,25	+13 12,75
» Хива (ханскій садъ)..	2 »	11 59	+17 59,75	+10 15,28	+13 13,90
» » » ...	17 »	10 51	+23 40,55	+13 19,72	+16 53,28
» Казаватъ..........	19 »	9 30	+24 26,12	+13 48,38	+17 23,92
» Ташаусъ..........	21 »	9 23	—	+14 14,27	+17 54,24
» Ильяллы......	23 »	9 12	+25 57,95	+14 42,70	+18 25,33
» Куня-Ургенчъ......	2 Іюля	9 35	+29 21,36	+16 44,09	+20 44,58
» »	11 »	9 13	+32 42,74	+18 50,17	+23 4,94
» Ильяллы	25 »	0 4	+38 4,52	+22 11,68	+26 50,16
» Ханки............	31 »	2 24	—	+24 14,59	+28 59,83
» Куваншъ-Джарма....	3 Авг.	0 5	—	+24 52,98	+29 41,94
» Иргизъ...........	14 »	10 54	—	+27 48,69	+32 41,19

Поправки хронометровъ противъ мѣстнаго средняго времени.

Мѣсто наблюденія.	Мѣсяцъ и число.	Время по хрон.	XIII	*E*	*T*	*K*
Иргизъ.	28 Мар.	$23^h\ 53^m$	$+12^m\ 3^s,65$	$+4^m\ 37^s,41$	$+4^m\ 53^s,88$	$+6^m\ 44^s,63$
Кассарма	26 Апр.	0 7	— 9 39,51	—5 47,08	—8 41,83	—6 40,15
»	27 »	8 23	—10 2,65	—5 43,12	—8 46,20	—6 41,74
Давлетъ-Гирей. .	28 »	9 38	—10 26,73	—5 43,10	—8 52,43	—6 46,83
Кабанъ-Бай	29 »	9 5	—10 23,66	—5 17,10	—8 32,53	—6 26,52
Койке.	30 »	8 53	—10 23,42	—4 53,72	—8 15,06	—6 9,31
Джаны-Кала.	3 Мая	8 59	—10 9,25	—3 29,13	—7 10,97	—5 3,21
»	5 »	9 8	—10 48,71	—3 20,94	—7 19,02	—5 7,29
Кунградъ	8 »	11 19	—10 48,49	—2 8,87	—6 32,67	—4 14,72
Мангытъ	20 »	9 50	— 9 46,73	+3 21,81	—2 30,89	+0 1,47
Кошъ-Купыръ . . .	25 »	10 34	—10 11,15	+4 51,68	—1 41,31	+0 56,88
Хива (ханск. садъ)	1 Іюня	23 59	—12 20,22	+5 28,77	—2 10,74	+0 46,43
Хива (ханск. двор.)	2 »	10 7	—12 26,22	+5 31,69	—2 11,97	+0 46,53
Хива (ханск. садъ)	2 »	11 59	—12 31,74	+5 28,01	—2 16,46	+0 42,16
» » »	17 »	10 51	—16 41,12	+6 59,43	—3 21,40	+0 12,06
Казаватъ.	19 »	9 30	—17 58,07	+6 28,05	—4 9,69	—0 34,15
Ташаусъ	21 »	9 23	—19 24,12	—	—5 9,85	—1 29,88
Ильяллы.	23 »	9 12	—21 22,51	+4 35,44	—6 39,81	—2 57,18
Куня-Ургенчъ . . .	2 Іюля	9 35	—25 56,74	+3 24,62	—9 12,65	—5 12,16
»	11 »	9 13	—28 37,42	+4 5,32	— 9 47,25	—5 32,48
Ильяллы.	25 »	0 4	—30 51,33	+7 13,19	—8 39,65	—4 1,17
Ханки.	31 »	2 24	—28 30.65	—	—4 16,06	+0 29,18
Куваншъ-Джарма.	3 Авг.	0 5	—34 12,05	—	— 9 19,07	— 4 30,11
Иргизъ.	14 »	10 54	—30 40,76	—	—2 52,07	+2 0,43

Хронометръ *E* между 19 и 23 Іюня а также между 25 Іюля и 14 Августа дѣлалъ скачки въ своемъ ходѣ, а потому нельзя опредѣлить послѣдній для остальнаго времени экспедиціи изъ разностей поправокъ 28 Марта и 14 Августа въ Иргизѣ. Въ журналѣ г. Солимани нѣтъ никакихъ замѣчаній относительно причины этихъ скачковъ, точно также какъ и относительно самаго способа перевозки хронометровъ въ теченіи похода.

Взявъ разности поправокъ 3-хъ остальныхъ хронометровъ, относящихся къ началу и концу экспедиціи, мы получимъ средніе ходы хронометровъ въ теченіи ея:

			XIII	*T*	*K*
Иргизъ	28 Марта	$23^h\ 53^m$	$+12^m\ 3^s,65$	$+4^m\ 53^s,88$	$+6^m\ 44^s,63$
Иргизъ	14 Августа	10 54	—30 40,76	—2 52,07	+2 0,43
Всего на 138 дней		11 1	—42 44,41	—7 45,95	—4 44,20

Ходы получатся ближе къ дѣйствительнымъ, если исключимъ изъ этихъ общихъ результатовъ слѣдующіе:

		XIII	*T*	*K*
Кассарма	1^d 8^h 16^m	— 0^m 23^s,14	—0^m 4^s,37	—0^m 1^s,59
Джаны-Кала	2 0 9	— 0 39,46	—0 8,05	—0 4,08
Ханскій садъ	15 10 52	— 4 20,90	—1 10,66	—0 34,27
Ильяллы.........	31 14 52	— 9 28,82	—1 59,84	—1 3,99
Всего.......	50 10 9	—14 52,32	—3 22,92	—1 43,93

Изъ этихъ данныхъ получаемъ суточные ходы хронометровъ:

—18^s,994 —2^s,988 —2^s,048

и, вычисляя съ ними долготы нашихъ пунктовъ отъ гор. Иргиза, имѣемъ:

	Кассарма.	Давлетъ-Гирей.	Кабанъ-Бай.	Койке.
по XIII	—12^m 51^s,16	—12^m 55^s,25	—12^m 33^s,63	—12^m 14^s,56
» *T*	12,02	15,10	—11 52,30	—11 31,87
» *K*	27,42	30,36	—12 8,05	—11 48,81
среднее	—12 30,20	—12 33,57	—12 11,33	—11 51,75
E	±7,60	±7,81	±8,04	±8,28

	Мангытъ.	Кошъ-Купыръ.	Джаны-Кала.	Кунградъ.	Ханскій садъ
по XIII	—5^m 15^s,89	—4^m 4^s,78	—11^m 3^s,33	—10^m 4^s,39	—3^m 50^s,28
» *T*	—4 45,76	—3 41,15	—10 18,79	— 9 23,20	48,00
» *K*	—4 57,02	—3 51,31	—10 36,56	— 9 37,67	46,29
среднее	—4 59,56	—3 52,41	—10 39,56	— 9 41,75	—3 48,19
±*E*	± 5,86	± 4,57	± 8,64	± 8,06	± 0,77

	Казаватъ.	Ташаусъ.	Ильяллы.	Ханки.	Куваншъ-Джарма.
по XIII	—4^m 30^s,29	—5^m 18^s,46	—6^m 39^s,00	—2^m 22^s,51	—7^m 8^s,79
» *T*	30,47	24,68	48,68	6,87	1,22
» *K*	28,61	20,26	43,48	0,64	—6 53,99
среднее	—4 29,79	—5 21,13	—6 43,72	—2 10,01	—7 1,33
±*E*	± 0,40	± 1,23	± 1,87	± 4,35	± 2,86

Долгота ханскаго дворца въ Хивѣ, а также гор. Куня-Ургенча вычисляются изъ частныхъ рейсовъ: первый отъ ханскаго сада, а второй отъ гор. Ильяллы, по всѣмъ 4-мъ хронометрамъ:

	Ханск. двор. — Ханск. садъ.	Куня-Ургенчъ — Ильяллы.
по XIII	—0ᵐ 3ˢ,95	—1ᵐ 51ˢ,68
» *E*	3,58	58,90
» *T*	3,71	57,58
» *K*	3,79	57,44
среднее	—0 3,76	—1 56,40
E	± 0,05	± 1,31

Въ теченіи экспедиціи были два раза наблюдены покрытія звѣздъ Луною, а именно *m* Virginis въ гор. Кошъ-Купырѣ и *b* Virginis въ гор. Казаватѣ. Долготы этихъ пунктовъ отъ Гринвича, вычисленныя г. Солимани, оказались слѣдующими:

для Кошъ-Купыра................	4ʰ 1ᵐ 30ˢ,06
» Казавата....................	4 0 50,35

Координаты Луны, вычисленныя по таблицамъ Ганзена, заключаютъ, какъ извѣстно, значительную погрѣшность, которая очень невыгодно вліяетъ на выводъ долготъ изъ покрытій; поэтому въ полученныя числа необходимо ввести поправку. Для 1873 года поправка эта для всѣхъ долготъ, выведенныхъ изъ наблюденія покрытій съ помощью названныхъ таблицъ, равняется —13ˢ,4, а потому, принявъ долготу гор. Иргиза по Тилло въ 4ʰ 5ᵐ 5ˢ,96, получимъ слѣдующія исправленныя разности долготъ:

Кошъ-Купыръ — Иргизъ.........	—3ᵐ 49ˢ,3
Казаватъ — Иргизъ..............	—4 29,0,

которыя весьма хорошо согласуются съ полученными выше. Согласіе это доказываетъ, что въ наблюденіе моментовъ покрытій не вкралось никакого промаха, а потому представляется возможнымъ вычислять долготы инымъ способомъ, раздѣливъ всю экспедицію на три независимые рейса: Иргизъ — Кошъ-Купыръ, Кошъ-Купыръ — Казаватъ, Казаватъ — Иргизъ.

Вотъ результаты этихъ вычисленій капитана Солимани, съ показаніемъ поправокъ, которыя должны быть введены въ нихъ отъ погрѣшностей принятыхъ координатъ Луны. Первый рейсъ даетъ долготы отъ гор. Иргиза:

	Кассарма.	Давлетъ-Гирей.	Кабанъ-Бай.	Койке.
по XIII	—12ᵐ 36ˢ,06	—12ᵐ 39ˢ,75	—12ᵐ 17ˢ,62	—11ᵐ 58ˢ,00
» *E*	17,23	21,60	—11 59,53	40,15
» *T*	9,15	12,29	49,38	28,85
» *K*	19,29	22,07	59,49	39,97
среднее	—12 20,43	—12 23,93	—12 1,50	—11 41,74
поправка	—6,40	—7,10	—7,40	—7,60
испр. средн.	—12 26,83	—12 31,03	—12 8,90	—11 49,34
E	± 3,77	±3,82	±3,92	±4,00

	Джаны-Кала.	Кунградъ.	Мангытъ.
по XIII	—10^m 45^s,17	—9^m 44^s,59	—4^m 49^s,70
» *E*	27,67	28,06	45,49
» *T*	15,49	19,61	40,99
» *K*	26,86	27,09	43,04
среднее	—10 28,80	—9 29,84	—4 44,80
поправка	—8,30	—9,30	—12,20
испр. средн.	—10 37,10	—9 39,14	—4 57,00
	± 4,08	± 3,51	± 1,25

Во второмъ рейсѣ опредѣлена долгота ханскаго сада въ Хивѣ отъ гор. Казавата:

	Ханскій садъ.
по XIII	+0^m 42^s,93
» *E*	40,67
» *T*	40,52
» *K*	42,82
среднее	+0 41,74
поправка	0,00
испр. средн.	+0 41,74
	± 0,44

Наконецъ третьимъ рейсомъ опредѣляются долготы отъ Иргиза слѣдующихъ пунктовъ:

	Ташаусъ.	Ильяллы.	Ханки.	Куванишъ-Джарма.
по XIII	—5^m 4^s,97	—6^m 26^s,70	—2^m 13^s,89	—7^m 1^s,90
» *T*	11,02	36,24	—1 58,14	—6 54,25
» *K*	8,32	32,60	—1 53,00	—6 47,90
среднее	—5 8,10	—6 31,86	—2 1,68	—6 54,68
поправка	—12,30	—11,20	—7,90	—6,80
испр. средн.	—5 20,40	—6 43,06	—2 9,58	—7 1,48
	± 1,19	± 1,88	± 4,27	± 2,75

Сравнивая найденныя по этому способу долготы съ предъидущими, находимъ, что онѣ согласуются между собою гораздо лучше, чѣмъ можно было ожидать по разногласію отдѣльныхъ хронометровъ. Притомъ легко замѣтить, что долготы одного и того же мѣста, получаемыя по разнымъ хронометрамъ отличаются другъ отъ друга на величину постоянную для цѣлаго рейса; такъ напримѣръ въ 1-мъ рейсѣ хронометры *E* и *K* даютъ долготы весьма согласныя между собой, хронометръ XIII — долготу большую противъ нихъ на 19^s, а хронометръ *T* — меньшую на 10^s. Это явленіе объясняется тѣмъ, что ходы хронометровъ въ теченіи всего рейса держа-

лись хорошо, за исключеніемъ перехода Иргизъ-Кассарма, гдѣ они дѣлали скачки, быть можетъ отъ неудовлетворительности способа перевозки или отъ неосторожности.

Хотя согласіе хронометровъ во второмъ вычисленіи оказалось большее, чѣмъ въ первомъ, но мы должны дать обѣимъ одинаковую степень довѣрія, имѣя въ виду, что долготы Кошъ-Купыра и Казавата, выведенныя изъ наблюденій покрытій, могутъ сами заключать погрѣшность въ нѣсколько секундъ.

Взявъ среднее изъ обоихъ результатовъ, и принявъ долготу Иргиза отъ Пулкова равной $2^h\,3^m\,47^s{,}30$, получимъ слѣдующіе окончательные результаты экспедиціи 1873 года:

	Долгота отъ Иргиза.	Долгота отъ Пулкова.	Широта.
1) Род. Кассарма	$-12^m\,28^s{,}5$	$1^h\,51^m\,18^s{,}8$	44° 46′ 6″
2) Разв. Давлетъ-Гирей	—12 32,3	1 51 15,0	44 29 53
3) Род. Кабанъ-Бай	—12 10,1	1 51 37,2	44 13 47
4) Коп. Койке	—11 50,5	1 51 56,8	44 2 42
5) Разв. Джаны-Кала	—10 38,3	1 53 9,0	43 33 55
6) Гор. Кунградъ	— 9 40,4	1 54 6,9	43 4 0
7) Гор. Мангытъ	— 4 58,3	1 58 49,0	42 6 19
8) Гор. Кошъ-Купыръ	— 3 50,9	1 59 56,4	41 32 10
9) Гор. Хива (ханскій садъ)	— 3 47,7	1 59 59,6	41 24 0
10) Гор. Хива (зеленая башня ханскаго дворца)	— 3 44,0	2 0 3,3	41 22 46
11) Гор. Казаватъ	— 4 29,4	1 59 17,9	41 33 49
12) Гор. Ташаусъ	— 5 20,8	1 58 26,5	41 50 14
13) Гор. Ильяллы	— 6 43,4	1 57 3,9	41 52 38
14) Гор. Куня-Ургенчъ	— 8 39,8	1 55 7,5	42 18 23
15) Гор. Ханки (у бивака)	— 2 9,8	2 1 37,5	41 27 30
16) Куваншъ-Джарма	— 7 1,4	1 56 45,9	42 27 0

Нѣкоторыя мѣста наблюденій были связаны съ выдающимися мѣстными предметами. Къ сожалѣнію изъ журнала наблюденій г. Солимани не видно, какъ была произведена эта связь, и не приведены относящіяся сюда вычисленія. Окончательными приведеніями повидимому были приняты слѣдующія:

Кунградъ (башня ханскаго дворца)	$+1^s{,}6$	$+27''{,}3$
Куня-Ургенчъ (большая башня Узунъ-Микаръ)	—1,3	+ 7,2
Ильяллы (западный уголъ сѣверной стѣны)	—0,7	— 7,7
Ташаусъ (ворота въ южной стѣнѣ)	—1,4	+ 8,4